

INTELIGENCIA ARTIFICIAL CRITICA EN LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA

CARLOS OMAR AGUILAR-NAVARRO
CARLOS GABRIEL BORBÓN-MORALES
JUAN MEJÍA-TREJO
(COORDINADORES)



COECYTJAL
Consejo Estatal de Ciencia
y Tecnología de Jalisco



Ciencia y Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



INTELIGENCIA ARTIFICIAL CRÍTICA EN LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA



INTELIGENCIA ARTIFICIAL CRÍTICA EN LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA

Carlos Omar Aguilar-Navarro
Carlos Gabriel Borbón-Morales
Juan Mejía-Trejo
(Coordinadores)



Este libro fue sometido a un proceso de dictamen por pares doble ciego, de acuerdo con las normas establecidas por el Comité Editorial de la editorial Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI), con fondos públicos provenientes del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYTJAL), 2025.



Esta obra se encuentra bajo la licencia Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0), de Creative Commons. Usted puede descargar esta obra y distribuir en cualquier medio o formato dando crédito a los autores, pero no se permite su uso comercial ni la generación de obras derivadas.

Primera edición, 2026

© D.R. 2026, Academia Mexicana de Investigación
y Docencia en Innovación (AMIDI)
Av. Paseo de los Virreyes 920, Col. Virreyes Residencial
C.P. 45110, Zapopan, Jalisco, México
direccion@amidi.mx

© D.R. 2026, CIATEJ Guadalajara
Av. Normalistas 800, Colinas de La Normal
C.P. 44270, Guadalajara, Jalisco, México

© D.R. 2026, CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ALIMENTACIÓN Y DESARROLLO (CIAD)
Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas, No. 46,
Col. La Victoria, CP. 83304, Hermosillo, Sonora, México

Maquetación y diseño: Ediciones de La Noche

Distribución digital: Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI). Responsable del registro DOI, la gestión de metadatos y la publicación en AMIDI.Biblioteca.



Ciencia y Tecnología
Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



AMIDI
Academia Mexicana
de Investigación y Docencia
en Innovación

ISBN CIATEJ: 978-607-8734-98-6

ISBN CIAD: 978-607-7900-70-2

ISBN AMIDI: 978-607-69341-2-8

Hecho en México
Made in Mexico

Contenido

Prólogo	A
Lorena Amaya Delgado	
Introducción	1
Juan Mejía Trejo	
Capítulo 1. Gestión de la gobernanza en inteligencia artificial para oficinas de vinculación y transferencia de tecnología en centros públicos de la SECIHTI con orientación aplicada.	3
Carlos Omar Aguilar-Navarro y Juan Mejía-Trejo	
Capítulo 2. Entrenamiento CORI-F en ChatGPT: un enfoque ético y sistemático para la investigación cualitativa asistida por IA.	21
Antonio Aguilera Ontiveros	
Capítulo 3. Relación entre la innovación abierta y la inteligencia artificial. Un análisis de la literatura	37
Cristina Lizeth Ramírez Cuevas y César Omar Mora Pérez	
Capítulo 4. Análisis geoespacial del acceso desigual a Wi-Fi y su impacto en la exclusión digital del uso de inteligencia artificial en zonas cafetaleras de Chiapas.	61
Ariel Vázquez Elorza	

Capítulo 5. La Inteligencia Artificial en la transformación de la responsabilidad social empresarial: aproximaciones teóricas a la innovación sostenible	81
Marisol Mozqueda Contreras y Alejandro Campos Sánchez	
Capítulo 6. Gestión del conocimiento y sostenibilidad educativa: Modelo EOE-SustainEdu para evaluar la inteligencia artificial desde perspectivas epistemológicas y ontológicas	109
Pascuala Josefina Cárdenas-Salazar	
Capítulo 7. La importancia de la inteligencia artificial para una gestión sustentable en el sector agroalimentario	139
Ricardo de Jesús Nuño-Velasco y Ricardo Nuño-Romero	
Capítulo 8. Formar emprendedores en la era de ChatGPT: posibilidades, riesgos y horizontes	155
Pedro Daniel Aguilar-Cruz y Aurora Araceli Carbajal-Silva	
Capítulo 9. Inteligencia artificial en México: hacia un futuro ético y responsable en el desarrollo tecnológico, económico y social	181
Gerardo Rodríguez Barba	
Capítulo 10. Inteligencia artificial y saberes locales: integración ética y sostenible para la gestión socioecológica	203
Carlos Gabriel Borbón-Morales y Héctor G. Ortiz-Cano	
Capítulo 11. Potencial de la inteligencia artificial en la divulgación de la educación financiera	221
Ariadna Hernández Rivera	

Prólogo

La ciencia mexicana hoy en día se encuentra en un punto de evolución. El cambio no es una reingeniería administrativa; es una reorientación nacional. Con la creación de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), el país ha empezado a trazar un camino que reconoce el conocimiento como herramienta para el desarrollo y la colaboración entre instituciones, con el fin de fortalecer nuestra soberanía tecnológica. En ese sentido, los nuevos proyectos estratégicos que la Dra. Rosaura Ruíz Gutiérrez, compartió en la Reunión Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, como México IA+ Inversión Acelerada 2025, son una idea de hacia dónde queremos orientar el sistema de ciencia y tecnología. La IA y el cómputo avanzado ya no son conceptos abstractos: forman parte de un proyecto nacional para hacer a México más fuerte y autónomo en tecnología. El libro conversó con ese momento y lo acompaña desde el pensamiento crítico.

En México IA+, la Secretaría expuso el criterio: si no tomamos medidas, quedaremos fuera de la revolución de la inteligencia artificial. Independientemente del mensaje y de los números, el fondo es crear capacidades propias para no depender de terceros. También resaltó el

aumento de la inversión privada, la consolidación de redes de talento y la creación de nuevos clústeres de innovación. Este contexto crea precedentes, pero también abre la puerta a grandes desafíos. Como centro público de investigación de la SECIHTI, este tipo de argumento nos hace reflexionar sobre el sentido que tenemos de transformar el conocimiento científico en soluciones concretas a problemas reales.

En resumen, la propuesta de la Secretaría no solo implica fortalecer los laboratorios, sino también adquirir infraestructura con la finalidad de crear capacidades en el país para transformar el conocimiento científico en beneficio social, competitividad industrial y desarrollo más justo. Sectores como la salud, la energía, la biotecnología, la agroalimentación o el medio ambiente se enfrentan a desafíos complejos y la IA puede ser una aliada si se aplica con criterio. La obra explora estas dinámicas desde diversas perspectivas, con la finalidad de comprender los aspectos de la tecnología en la sociedad y la política de ciencia y tecnología.

El libro analiza cómo integrar la IA en la ciencia y la tecnología, así como sus límites, restricciones y retos éticos. La IA, influye no solo en lo que decidimos, sino también en cómo lo hacemos y en cómo lo entendemos. Por ello, la obra señala la necesidad de establecer marcos regulatorios sólidos, con mecanismos de gobernanza transparentes y una política científica rectora orientada al interés público. Desde esta perspectiva, se gestionan mecanismos para diluir las desigualdades digitales o los sesgos ya presentes en nuestra sociedad.

En sus páginas, el libro aporta, conforme al diseño de los capítulos, a la teoría y a la práctica con la finalidad de incidir en el esfuerzo nacional para posicionar a México en un lugar más estratégico en IA. Es importante recordar que la IA no solo va a evolucionar la tecnología, sino la forma en que trabajamos, investigamos y colaboramos. Se visibiliza un marco de políticas públicas y un ecosistema científico dinámico positivo, pero aún persisten retos para que esta evolución se traduzca en resultados sostenibles. Leer este libro abre la puerta a preguntar, entender y diseñar juntos hacia dónde queremos incidir.

Finalmente, invito a quien se acerque a esta obra, que lo haga con atención y apertura. La IA es un campo que avanza de manera dinámica y transformadora en la ciencia mexicana. El objetivo de este libro es proporcionar una guía, un punto de partida y una compañía crítica para quien desee comprender mejor este proceso. Espero que

Prólogo

sus páginas inspiren preguntas, abran caminos para nuevas colaboraciones y nos permitan imaginar colectivamente nuestro papel en estos tiempos de transformación.

Dra. Lorena Amaya Delgado
Directora General Interina



Introducción

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en uno de los ejes más influyentes de la ciencia contemporánea, no solo por su capacidad para procesar grandes volúmenes de información y optimizar procesos analíticos, sino porque reconfigura de manera profunda las condiciones epistemológicas, éticas e institucionales de la producción de conocimiento. Su incorporación acelerada en la investigación científica, la gestión tecnológica, la educación y la innovación ha generado avances significativos; sin embargo, también ha abierto interrogantes críticos sobre autoría, responsabilidad, transparencia, gobernanza y legitimidad científica. Este libro parte del reconocimiento de que la IA no es una tecnología neutral, sino un artefacto socio-técnico que expresa valores, decisiones y relaciones de poder.

Inteligencia artificial crítica en la ciencia contemporánea se sitúa en este escenario para proponer una lectura analítica y reflexiva de la IA desde una perspectiva crítica e interdisciplinaria. La obra concibe a la IA no únicamente como herramienta instrumental, sino como un fenómeno que transforma prácticas científicas, estructuras institucionales y marcos normativos. Desde esta óptica, el enfoque crítico no implica rechazo

tecnológico, sino la necesidad de comprender, evaluar y gobernar la IA de manera ética, responsable y orientada al desarrollo sostenible.

Los once capítulos que integran el volumen abordan problemáticas centrales que emergen de la interacción entre IA y ciencia: la gobernanza institucional y la propiedad intelectual, el uso ético de modelos generativos en la investigación cualitativa, la innovación abierta, la desigualdad en el acceso a infraestructuras digitales, la responsabilidad social empresarial, la sostenibilidad educativa, la gestión agroalimentaria, la formación de emprendedores, el desarrollo tecnológico en México, la articulación con saberes locales y la divulgación financiera. Esta diversidad temática refleja la transversalidad de la IA y la necesidad de enfoques que superen visiones fragmentadas o exclusivamente técnicas.

Un rasgo distintivo de la obra es la articulación constante entre *scientia* y *praxis*. Los capítulos combinan análisis teóricos rigurosos con propuestas aplicadas, modelos conceptuales y directrices institucionales que buscan incidir en contextos reales de investigación, gestión y toma de decisiones. Asimismo, el libro dialoga con marcos internacionales recientes sobre ética y gobernanza de la IA, incorporando una mirada situada en el contexto latinoamericano y mexicano.

En conjunto, esta obra invita a repensar la ciencia en la era de la inteligencia artificial, promoviendo una integración crítica de estas tecnologías que preserve la centralidad del juicio humano, fortalezca la legitimidad institucional y contribuya a una ciencia socialmente responsable y éticamente comprometida

Capítulo 1

Gestión de la gobernanza en inteligencia artificial para oficinas de vinculación y transferencia de tecnología en centros públicos de la SECIHTI con orientación aplicada

Carlos Omar Aguilar-Navarro¹

Juan Mejía-Trejo²

Resumen

La inteligencia artificial (IA) ha adquirido un papel estratégico en los centros públicos de investigación de la SECIHTI, donde se utiliza para el análisis de datos, el diseño experimental y la elaboración de documentos técnicos. Sin embargo, esta creciente incorporación ha generado un nuevo desafío: la falta de directrices

1. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), México. email: caguilar@ciatej.mx. ORCID 0000-0001-9881-0236
2. Centro Universitario de Ciencias Económicas Administrativas (CUCEA), Universidad de Guadalajara (UdeG), México. e-mail: jmejia@cucea.udg.mx. ORCID 0000-0003-0558-1943

que regulen su uso en solicitudes de patente, especialmente ante los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial. Este vacío se vuelve más complejo debido a que la UNESCO, la OMPI y la Declaración de Heredia establecen principios éticos centrados en la transparencia y la trazabilidad, mientras que en México la legislación reconoce únicamente a personas físicas como inventores, obligando a las instituciones a generar lineamientos internos.

El problema central radica en la incertidumbre jurídica y ética que surge cuando los investigadores emplean IA en la preparación de invenciones sin declarar su uso, lo que compromete la legitimidad, validez y claridad de los procesos de patentamiento. En consecuencia, el propósito del ensayo es proponer una directriz institucional que oriente la declaración del uso de IA en solicitudes de patente dentro de los centros públicos de la SECIHTI, articulando marcos internacionales, normativa nacional y sistemas de gestión de calidad.

La metodología se sustentó en un enfoque cualitativo mediante análisis documental de marcos regulatorios internacionales, legislación mexicana (como la LFPII), lineamientos del IMPI y referentes éticos. Se construyeron matrices comparativas para identificar vacíos normativos, riesgos y oportunidades, lo que permitió formular una propuesta institucional.

Los hallazgos teóricos revelan un vacío conceptual sobre cómo declarar el uso de IA en relación con los criterios de patentabilidad. Los hallazgos prácticos ofrecen una directriz concreta que exige especificar fase de uso, influencia en la invención y grado de dependencia tecnológica.

La originalidad del trabajo radica en integrar gobernanza de IA, propiedad intelectual y gestión institucional. Entre las conclusiones destaca la necesidad urgente de mecanismos formales que fortalezcan la transparencia y legitimidad de las solicitudes. Las principales limitaciones derivan de la escasez de experiencias documentadas en México y la naturaleza aún cambiante del marco internacional, lo que demanda ajustes continuos en futuras implementaciones.

Palabras clave: Gobernanza, Inteligencia Artificial, Patentes, Transferencia de Tecnología, Gestión Tecnológica.

1. Introducción

¿Puede un programa desarrollar una invención? Este cuestionamiento se vuelve crucial cuando investigadores utilizan inteligencia artificial (IA) durante la elaboración de solicitudes de patente, sin una guía clara sobre cómo declararlo. En los centros públicos de investigación de la SECIHTI, la IA ya impulsa fases críticas en proyectos de investigación candidatas a invenciones: desde búsquedas de antecedentes hasta generación de propuestas experimentales. Sin embargo, la ausencia de directrices institucionales genera incertidumbre sobre la validez del requisito de inventiva y la legitimidad de la solicitud.

Estudios recientes muestran que los sistemas de IA mejoran la eficiencia y reproducibilidad en la búsqueda de patentes (Kalinichenko, 2025). Aun así, expertos como Gervais (2023) advierten el riesgo de erosionar la protección si no se reconoce el carácter humano de la invención. La OMPI (2024) también enfatiza que solo personas físicas pueden considerarse inventoras, y la guía del USPTO (2024) reafirma este principio como parte del análisis de autoría en casos asistidos por IA.

A nivel académico, la literatura ha explorado la intersección entre IA y propiedad intelectual desde múltiples perspectivas. Picht (2023) propone políticas que reconozcan el aporte de sistemas de IA sin desvirtuar la autoría humana. Un panorama emergente también visibiliza una tendencia creciente hacia la transparencia, donde estudios en redacción académica muestran que declarar el uso de herramientas generativas refuerza la confianza institucional (Tang *et al.*, 2024).

El objetivo del ensayo es formular una directriz institucional que guíe a los investigadores de centros públicos de la SECIHTI para declarar explícitamente el uso de IA durante la redacción de solicitudes de patente, especialmente en relación con los criterios de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial, integrando dichas directrices a los sistemas de gestión de calidad institucionales, una aproximación en el sistema de ciencia y tecnología mexicano.

Esta propuesta busca proponer transparencia y legitimidad institucional en un entorno donde la IA ya está integrada al proceso inventivo. Se plantea la pregunta de investigación: *¿Cómo diseñar una directriz institucional de gobernanza que garantice la declaración del uso de IA en solicitudes de patente, fortaleciendo la evaluación de novedad, inventiva y*

aplicación industrial en centros públicos de la SECIHTI? Este enfoque interdisciplinario se distingue por fusionar normativa internacional, legislación local e integración operativa en sistemas de calidad.

2. Desarrollo

Este ensayo abordó el estudio a partir de la presentación del *contexto y la problematización*, junto con los *antecedentes* internacionales y nacionales, para finalmente describir el *estado del arte* relacionado con la gobernanza de la IA aplicada a invenciones en Centros Públicos.

2.1 Contexto y problematización

Se examinó críticamente el entorno en el que surgió la problemática de la gobernanza de IA en los centros públicos de investigación de la SECIHTI. Se identificaron como factores estructurales el rápido incremento de invenciones apoyadas en IA, evidenciado en un crecimiento anual superior al 30 % en solicitudes de patentes relacionadas con IA entre 2014 y 2023 (Gong *et al.*, 2025). Como factor coyuntural, destacó que los marcos legales tradicionales que exigen que el inventor sea una persona física entraban en tensión con la creciente capacidad creativa de herramientas algorítmicas avanzadas. Se observaron tensiones en cuanto a la legitimidad de la autoría y la validez de la invención, especialmente cuando la IA contribuía significativamente a aspectos clave como novedad o aplicación industrial.

Todo ello llevó a interrogantes críticos, por ejemplo: ¿Cómo garantizar que una solicitud de patente refleje fielmente el papel de la IA sin comprometer el requisito de inventiva humana? Esta pregunta cuestionaba supuestos dominantes y abría paso a un marco de análisis intersectorial que combinaba ética, normativa y gestión tecnológica.

2.2 Antecedentes del estado de la cuestión

A escala global, se informó que múltiples oficinas de patentes consideraron que la IA no puede figurar como inventora; un ejemplo es: El tribunal británico concluye que “un inventor debe ser una persona” para efectos de registro de patentes (High Court of Justice, 2023). La Suprema Corte de Justicia de la Nación (2025) resolvió en el amparo directo 6/2025 que las obras generadas exclusivamente por inteligencia artificial no pueden registrarse como obras protegidas por derechos de autor en México. Brittain (2024) reporta que el USPTO advierte a los abogados de patentes sobre no presentar invenciones asistidas por IA como si fueran creadas por humanos. Desde el punto de vista institucional, el USPTO presenta un enfoque estructurado al emitir una nueva estrategia de IA enfocada en la innovación responsable (United States Patent and Trademark Office, 2025).

Se destacó que la OMPI (WIPO) reafirmó en 2024 que sólo personas físicas podían ser consideradas inventor(a)s, lo cual representaba un referente clave para la normatividad global. Asimismo, en Europa, Estados Unidos y Japón se evidenció que la protección jurídica de las innovaciones generadas por IA dependía de satisfacer estándares de actividad inventiva más estrictos, a fin de evitar la protección de meras ideas abstractas.

En el ámbito mexicano, se revisó que la legislación vigente de la LFPP y las políticas del IMPI continúan reconociendo únicamente a personas físicas como inventores. Se constató que no existía antecedente normativo que contemplara explícitamente el uso de IA en el proceso de patentamiento, lo que generaba una necesidad institucional de anticiparse mediante directrices internas.

El estado del arte respecto a IA, gobernanza y propiedad intelectual. Se identificaron modelos de gobernanza responsable de IA; Batool, Zowghi y Bano (2023) presentan un ejercicio riguroso de revisión sistemática sobre gobernanza de IA, destacando que sólo 5 de 61 estudios respondieron completamente a preguntas clave de gobernanza (¿quién, qué, cuándo y cómo?) en sistemas de IA. Akhtar (2025) examina cómo la inteligencia artificial revoluciona cada etapa del ciclo de vida de las patentes, desde la generación de ideas hasta la gestión post-concesión. Ding y Deng (2025) analizan la patentabilidad

de soluciones técnicas generadas por IA desde una perspectiva comparada entre China y otros países. Y por otro lado, Huda Shomee *et al.* (2024) presentan una encuesta integral sobre el análisis de patentes, destacando técnicas de PLN y enfoques multimodales de IA que pueden transformar tareas como clasificación y recuperación en el ciclo de vida de patentes.

3. Metodología

Se eligió un enfoque *cuantitativo* porque se pretendió comprender en profundidad la complejidad del uso de inteligencia artificial en el patentamiento dentro de contextos institucionales. Se argumentó que este enfoque resultaba más pertinente por varios motivos: por efecto de causa-efecto, ya que los procesos de gobernanza requieren comprender dinámicas normativas y humanas; por autoridad, tomando como referencia trabajos previos sobre gobernanza de IA que recomendaban la revisión crítica de políticas aplicadas (Batool, Zowghi & Bano, 2023); y por analogía, pues el análisis cuantitativo era insuficiente para capturar los matices institucionales y técnicos involucrados.

Se aplicaron tres *técnicas de análisis* clave:

1. *Análisis bibliográfico comparativo*, mediante tablas comparativas que confrontaron documentos internacionales, nacionales y editoriales en torno a la gobernanza de IA, propiedad intelectual y sistemas de calidad. Se incluyeron, por ello, aspectos como declaración obligatoria de IA, autoría humana y requisitos de patentabilidad. Esta técnica aportó claridad y permitió identificar vacíos normativos y de procedimientos institucionales.
2. *Revisión sistemática del estado del arte*, basada en literatura académica reciente (2019–2025). Por ejemplo, se exploró cómo las oficinas de patentes identificaron IA como tecnología general (Hötte *et al.*, 2022) y cómo se clasifican los métodos de análisis automatizado durante el ciclo de vida de patentes (Huda *et al.*, 2024). Esta técnica permitió sintetizar definiciones, modelos y tendencias relevantes.
3. *Construcción de un modelo conceptual*, consistente en una directriz institucional que fusiona elementos de gobernanza internacional

(UNESCO *et al.*), legislación nacional e internacional y procedimientos de gestión de calidad. Esta propuesta sirvió como insumo central para la discusión.

Como *resultados preliminares*, se generaron los siguientes insumos:

- *Tabla comparativa de autoridades*: Se elaboró una matriz que contrastó los principios de transparencia, trazabilidad y autoría entre fuentes como UNESCO, OMPI, Declaración de Heredia y políticas editoriales. Esta herramienta facilitó argumentaciones claras sobre la necesidad de declarar el uso de IA.
- *Lista descriptiva de literatura clave*: Se sintetizaron 12 estudios recientes (2020–2025) que abordaban la IA en patentes, definiciones jurídicas y modelos de gobernanza institucional.
- *Modelo conceptual inicial*: Se diseñó una directriz esquemática en la que se propone que el investigador, al redactar una patente, declare: (I) la fase en que utilizó IA; (II) su impacto en novedad/inventiva/aplicación industrial; y (III) su grado de dependencia. Esta representación sirvió como base para argumentar la aplicabilidad de la propuesta institucional.

Estas evidencias permitieron aplicar técnicas de argumentación contrastiva, vinculando datos internacionales con vacíos locales, y utilizar recursos visuales como tablas para fundamentar el análisis.

En síntesis, esta metodología fortaleció las bases para la discusión posterior porque combinó rigor documental con creatividad institucional, construyendo puentes entre teoría y práctica que sustentaron la propuesta de gobernanza aplicada.

4. Discusión

La gobernanza de la inteligencia artificial (IA) aplicada al patentamiento en los centros públicos de investigación de la SECIHTI plantea una serie de dilemas normativos, éticos y de gestión que requieren un abordaje integral. A partir de los hallazgos descritos en el desarrollo, esta discusión examina fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de

los marcos existentes, así como los riesgos y omisiones detectados en la literatura y en las prácticas institucionales.

Fortalezas de los marcos actuales

Una de las principales fortalezas identificadas es la claridad normativa respecto a la autoría en patentes. Tanto la OMPI (2024) como el USPTO (2024) sostienen que únicamente las personas físicas pueden ser reconocidas como inventores, lo que asegura que la figura del inventor humano permanezca como pilar del sistema de propiedad industrial. Esta postura funciona como límite protector frente a intentos de atribuir a la IA un papel que podría generar inseguridad jurídica (Picht, 2023).

Otra fortaleza radica en la existencia de lineamientos editoriales y declaraciones éticas. Penabad-Camacho *et al.* (2024) establecen que la IA debe ser utilizada como herramienta, cuyos resultados sean filtrados por personas y declararse el modelo y fecha de uso, para asegurar procesos éticos y trazables en la edición científica. Si bien están dirigidas al ámbito académico, estas disposiciones constituyen un precedente transferible al campo de las patentes, en tanto ambas comparten la necesidad de fiabilidad en la autoría y en la integridad del documento presentado.

A nivel institucional, los sistemas de gestión de calidad que operan en centros públicos proporcionan una infraestructura formal para incorporar la directriz propuesta. Estos sistemas facilitan la estandarización, la trazabilidad y la mejora continua, elementos esenciales para garantizar que la declaración del uso de IA en solicitudes de patente se aplique de manera uniforme.

Debilidades y limitaciones

Entre las debilidades más notorias se encuentra la falta de armonización entre los discursos internacionales y la realidad normativa nacional. Mientras que organismos globales recomiendan transparencia y responsabilidad en el uso de IA, la legislación mexicana aún no con-

templa mecanismos específicos para regular su papel en los procesos de patentamiento (Nieto Castillo, 2025). Esta brecha normativa genera incertidumbre entre los investigadores y las oficinas de transferencia de tecnología.

Otra debilidad es la ausencia de metodologías validadas que permitan medir el grado de dependencia del investigador respecto de la IA en el proceso inventivo. En muchos casos, el uso de IA se percibe como una “caja negra” difícil de auditar, lo que dificulta evaluar su verdadero impacto en la novedad o la inventiva de una patente (Ding, 2025).

Asimismo, las directrices existentes se limitan a enunciar principios generales, sin ofrecer guías operativas claras para las oficinas de invenciones. Esto reduce la aplicabilidad de los marcos éticos internacionales al contexto cotidiano de los investigadores en los centros públicos.

Oportunidades de mejora

El panorama también ofrece oportunidades significativas. La primera es la posibilidad de convertir a los centros públicos de la SECIHTI en pioneros de la región mediante la adopción de directrices internas que obliguen a declarar el uso de IA en solicitudes de patente. Tal iniciativa no solo anticipa cambios normativos futuros, sino que también fortalece la reputación institucional al alinearse con estándares internacionales de transparencia.

Otra oportunidad radica en la integración de metodologías de gestión tecnológica, como el análisis FODA y las matrices de riesgos, para evaluar sistemáticamente el impacto de la IA en el ciclo de vida de las invenciones. Estas herramientas pueden adaptarse a los procedimientos de las oficinas de invenciones, permitiendo identificar riesgos de nulidad, conflictos de autoría o debilidades en la aplicación industrial.

Finalmente, existe la oportunidad de desarrollar un modelo de indicadores que mida la aplicación de la directriz propuesta. Dichos indicadores podrían incluir el porcentaje de solicitudes que declaran uso de IA, la claridad con que se describe su papel en la invención y la aceptación de las solicitudes por parte del IMPI.

Amenazas y riesgos

Las amenazas se ubican principalmente en el plano legal y en reputación. Si los centros de investigación no adoptan medidas de gobernanza, corren el riesgo de que las patentes apoyadas por IA sean cuestionadas o anuladas, lo que podría generar pérdidas económicas y daños a la credibilidad institucional.

Otra amenaza proviene de la velocidad de evolución tecnológica. Los sistemas de IA avanzan más rápido que la capacidad de adaptación de las normas, lo que puede dejar obsoletas las directrices si no se actualizan periódicamente (Hötte *et al.*, 2022). Además, la falta de consenso internacional sobre la patentabilidad de invenciones generadas con IA crea un escenario de incertidumbre que afecta la seguridad jurídica de las instituciones.

Omisiones identificadas

Se detectaron varias omisiones relevantes en la literatura y en las prácticas actuales. En primer lugar, pocos estudios han abordado la necesidad de declarar explícitamente el uso de IA en los elementos de novedad y actividad inventiva. La mayoría de los análisis se ha centrado en la autoría, dejando de lado la cuestión de cómo evaluar la calidad inventiva cuando interviene un algoritmo (Tang *et al.*, 2024).

En segundo lugar, no existen lineamientos claros que indiquen cómo auditar o verificar la declaración de uso de IA en una solicitud de patente. La falta de mecanismos de verificación reduce la efectividad de cualquier política de transparencia.

Finalmente, se omite con frecuencia la dimensión institucional de los sistemas de gestión de calidad como plataforma para implementar estas directrices. El debate suele centrarse en aspectos jurídicos o éticos, dejando de lado las herramientas de gestión tecnológica que pueden aportar soluciones prácticas.

Confirmación, adaptación y actualización de la propuesta

A partir de estas observaciones, se confirma que la directriz propuesta es viable, pero requiere adaptaciones específicas para funcionar de manera óptima. En primer lugar, debe actualizarse periódicamente para incorporar cambios en la normativa internacional y en la evolución tecnológica de la IA. En segundo lugar, debe incluir protocolos claros de auditoría que permitan verificar la veracidad de las declaraciones de los investigadores. Finalmente, es necesario desarrollar un sistema de indicadores que permita medir la eficacia de la directriz en términos de transparencia, aceptación de solicitudes y reducción de riesgos legales.

Respuesta a la pregunta de investigación y modelo base

La pregunta de investigación planteada fue: *¿Cómo diseñar una directriz institucional de gobernanza que garantice la declaración del uso de IA en solicitudes de patente, fortaleciendo la evaluación de novedad, inventiva y aplicación industrial en centros públicos de la SECIHTI?*

Una posible respuesta permite indicar que la solución se encuentra en un modelo de gobernanza con principios rectores. Un modelo focalizado para los investigadores adscritos a un Centro Público de la SECIHTI con orientación aplicada involucra contemplar otros actores como el desarrollador y/o proveedor de la IA; integrar estos actores está fuera de los alcances del trabajo, pero esto no significa desviar el propósito de la gestión, consistente en promover la innovación y reducir los riesgos a mediano y largo plazo de la IA. Así como una contribución a los criterios doméstico que en su momento se diseñen en México.

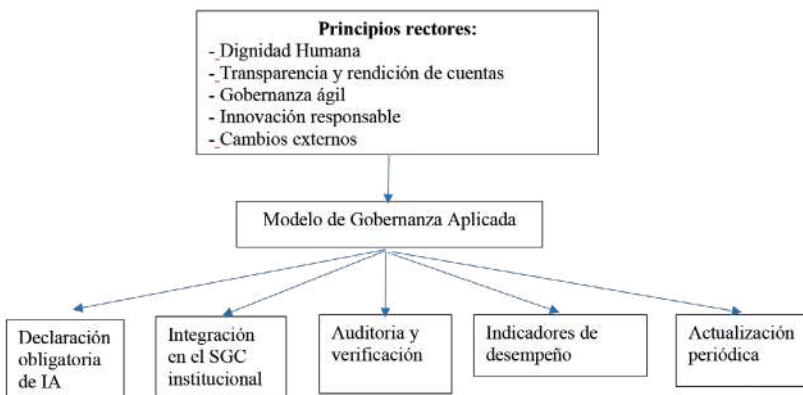
Al proponer una respuesta a la pregunta, se aportan ideas a la discusión para que el usuario de IA, en este caso el investigador, pueda comprender el fenómeno sin dejar de observar un principio básico: respeto a la dignidad humana como elemento base del bloque constitucional en México, materializado en el derecho humano a la ciencia. Integrar esquemas de gestión en la gobernanza de propiedad intelectual en lo que respecta a invenciones permite utilizar la IA de manera segura

y confiable, respecto a impactos, sesgos de datos y algoritmos, en donde esta gestión garantiza el uso adecuado de la privacidad de los datos.

Por lo tanto, una directriz respecto a la gestión de invenciones con IA presenta un criterio básico sobre los esfuerzos para ser utilizada en Centro Público, atendiendo a principios rectores comunes en el proceso de una invención. Debido a la dinámica de un Centro Público de la SECIHTI respecto a las políticas públicas estatales o federales, una gobernanza en IA puede cambiar continuamente. Por lo tanto, es importante contemplar una gobernanza ágil en lugar de una gobernanza de IA tradicional, en donde la directriz, reglas o procedimiento sean permanentes. Esto es así porque las partes interesadas cada determinado tiempo realizan un análisis de riesgos, cambio de objetivos y operaciones, así como la evaluación de sus indicadores, como sería el Programa Sectorial de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación 2025-2030 de la SECIHTI.

Debido al entorno del Centro Público y a la madurez de la tecnología protegida en la invención, el modelo de gobernanza al menos debe contemplar transparencia y rendición de cuentas como eje rector en materia de equidad, para conformar una gobernanza con los siguientes elementos:

Figura 1. Diagrama jerárquico de gobernanza aplicada a IA en patentes.



Fuente: Elaboración Propia.

Principios rectores

- Dignidad humana.
- Transparencia y rendición de cuentas.
- Gobernanza ágil (no estática).
- Innovación con responsabilidad.
- Cambios externos.

Modelo de gobernanza aplicado

1. Declaración obligatoria de IA.
 - Fase (búsqueda, redacción, experimentación).
 - Impacto (novedad, inventiva y aplicación industrial).
 - Grado de dependencia (basada, generada o asistida).
2. Integración en el SGC institucional.
 - Trazabilidad (bitácoras, logs, prompts, datasets).
 - Estandarización (formularios, plantillas, protocolos).
3. Auditoría y verificación.
 - Protocolos internos.
 - Control de calidad previo a envío IMPI.
4. Indicadores de desempeño.
 - Nivel de detalle en declaraciones.
 - Reducción de controversias.
 - Aceptación por IMPI.
5. Actualización periódica.
 - Revisión de riesgos tecnológicos y normativos.
 - Alineación con políticas públicas (p. ej. Programa Sectorial SECIHTI 2025–2030).

En lo que respecta al principio de transparencia, diversos países y organismos internacionales han desarrollado definiciones particulares sobre la transparencia en sistemas de IA. El *AI Risk Management Framework* del NIST (enero de 2023) distingue tres dimensiones: la transparencia, entendida como la posibilidad de responder qué ocurrió en el sistema; la explicabilidad, que aclara cómo se tomó una decisión; y la interpretabilidad, que permite comprender por qué se adoptó una decisión

y cuál es su significado o contexto para el usuario. En contraste, las *Directrices Éticas para una IA Confiable* de la Comisión Europea (abril de 2019) identifican la transparencia a través de la trazabilidad, la explicabilidad y la comunicación. Por su parte, la norma internacional *ISO/IEC JTC1/SC42* la define como el grado en que se proporciona información adecuada a las partes interesadas sobre el funcionamiento del sistema de IA. En este ensayo, todos los aspectos vinculados con la divulgación de información se abordarán bajo el concepto general de transparencia.

Por otro lado, la *Declaración de los Ministros de Tecnología y Medio Ambiente del G7* (2023), el Proceso de Hiroshima, establece principios rectores internacionales para orientar el desarrollo responsable de sistemas de IA avanzados; si bien es cierto que es un documento político normativo sería otro instrumento de referencia para desdoblarse los principios del modelo. De ahí que el modelo ofrezca un marco práctico e innovador que articula la teoría de la gobernanza de IA con la práctica institucional de los centros de investigación, aportando tanto al objeto de estudio (*Scientia*) como al sujeto de estudio (*Praxis*).

Desde el punto de vista teórico (*Scientia*), el análisis realizado permitió establecer que la gobernanza en inteligencia artificial aplicada al proceso de patentamiento aún se encuentra en un estado incipiente dentro de la literatura y la normativa internacional. El hallazgo más relevante es la identificación de un vacío conceptual en torno a la declaración del uso de IA en los elementos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial de las solicitudes de patente. A partir de la revisión del estado del arte y de referentes como la UNESCO, la OMPI y la Declaración de Heredia, se propone una propuesta original que integra principios éticos, jurídicos y de gestión tecnológica en un modelo de directriz institucional. Esta aportación ofrece un marco teórico que amplía la comprensión de la relación entre IA y propiedad intelectual, articulando la gobernanza tecnológica con los sistemas de gestión de calidad en centros de investigación.

Ahora bien, la *contribución práctica*, el ensayo propone una directriz institucional que puede implementarse en las oficinas de invenciones de las unidades de transferencia de tecnología de los centros públicos de la SECIHTI. Esta directriz establece que los investigadores deben declarar expresamente el uso de IA en sus solicitudes de patente, indicando en qué fase se empleó, cómo influyó en los criterios de

patentabilidad y cuál fue el grado de dependencia respecto de los resultados generados por la IA. La originalidad de esta contribución radica en ofrecer una herramienta concreta que, al integrarse a los sistemas de gestión de calidad, permite estandarizar procesos, fortalecer la transparencia, prevenir conflictos legales y consolidar la confianza institucional en el manejo de la propiedad intelectual.

5. Conclusión

La pregunta de investigación planteada fue: ¿Cómo diseñar una directriz institucional de gobernanza que garantice la declaración del uso de IA en solicitudes de patente, fortaleciendo la evaluación de novedad, inventiva y aplicación industrial en centros públicos de la SECIHTI? Este ensayo responde al proponer un modelo base de gobernanza institucional que establece la obligación de declarar el uso de IA en las solicitudes de patente, integrándolo a los sistemas de gestión de calidad. El problema inicial es la ausencia de directrices claras; se resuelve al definir un marco práctico y multidisciplinario que combina normativa internacional, legislación nacional y metodologías de gestión tecnológica. Este nuevo conocimiento es valioso porque coloca a la gobernanza de la IA como un eje articulador entre innovación, ética y desarrollo sostenible, anticipando vacíos regulatorios y ofreciendo soluciones aplicadas al contexto mexicano.

Los hallazgos teóricos (Scientia) demuestran que la literatura sobre IA y propiedad intelectual aún presenta vacíos respecto a la declaración de su uso en los criterios de patentabilidad. La investigación contribuye al estado del arte al ofrecer una conceptualización original que conecta ética, gobernanza y patentamiento en un solo marco de análisis. En el plano práctico (Praxis), el ensayo aporta una directriz institucional viable que puede aplicarse en oficinas de invenciones de la SECIHTI, orientando a los investigadores a transparentar el papel de la IA en la redacción de patentes. Esta doble contribución refuerza la legitimidad académica e institucional del estudio.

El alcance principal radica en sentar las bases para una política institucional replicable en otros centros de investigación. Sin embargo, se reconocen limitaciones como la falta de casos empíricos locales que

permitan validar la directriz en la práctica, la rapidez con que evoluciona la IA y la necesidad de recursos técnicos y humanos para implementar auditorías de cumplimiento. Estas limitaciones abren espacio para futuras investigaciones sobre métricas de impacto, aceptación institucional y adaptación del modelo a diferentes disciplinas científicas.

Se recomienda:

- *Principios rectores:* Dignidad humana, transparencia y rendición de cuentas, gobernanza ágil (no estática), innovación con responsabilidad y observar los cambios externos.
- *Modelo de gobernanza aplicado:* I.- Declaración obligatoria de IA. II.- Integración en el SCC institucional. III.- Auditoría y verificación. IV.- Indicadores de desempeño. V.- Actualización periódica.

En conclusión, este ensayo sienta un precedente original e interdisciplinario que fortalece la gobernanza de la IA en procesos de patentamiento, contribuyendo al desarrollo sostenible mediante una innovación más transparente, legítima y confiable.

6. Referencias

- Batool, A., Zowghi, D. & Bano, M. (2023). *Responsible AI Governance: A Systematic Literature Review*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.10896>
- Ding, W. (2025). *The patentability of AI-generated technical solutions: Legal perspectives and challenges*. *Information*, 16(8), 629. <https://doi.org/10.3390/info16080629>
- Brittain, B. (2024, April 10). *USPTO warns patent lawyers not to pass off AI inventions as human*. *Reuters*. <https://www.reuters.com/legal/litigation/uspto-warns-patent-lawyers-not-pass-off-ai-inventions-human-2024-04-10/>
- European Commission. (2019, April). *Ethics guidelines for trustworthy AI*. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence. https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=60419
- Gervais, D. (2023). *Avoid patenting AI-generated inventions*. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-03116-0>
- Gong, H. (2025). *A global dataset mapping the AI innovation....* *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05518-3>
- G7. (2023, diciembre). *Declaración de los Ministros de Tecnología y Medio Ambiente del G7: Marco de política integral del Proceso de IA de Hiroshima*

- Reuters. <https://www.reuters.com/legal/legalindustry/patenting-generative-ai-technologies-opportunities-challenges-2024-11-11/>
- Tang, A., Wu, C., Reedy, G. & Calhoun, A. (2024). *Declaring the use of generative artificial intelligence in academic research: Transparency matters*. *Journal of Nursing Scholarship*, 56(1), 123–129. <https://doi.org/10.1111/jnu.12938>
- UNESCO. (2021). *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
- UNESCO. (2023). *Global toolkit on AI and the Rule of Law*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387343>
- UNESCO. (2024). *Guidelines for the use of AI systems in courts and tribunals*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000395212>
- United States Patent and Trademark Office (USPTO). (2024). *Inventorship guidance for AI-assisted inventions*. *Federal Register*. <https://www.federalregister.gov/documents/2024/02/13/2024-02623/inventorship-guidance-for-ai-assisted-inventions>
- USPTO. (2024, April 10). *USPTO warns patent lawyers not to pass off AI inventions as human*. Reuters. <https://www.reuters.com/legal/litigation/uspto-warns-patent-lawyers-not-pass-off-ai-inventions-human-2024-04-10/>
- USPTO. (2025, January 14). *USPTO announces new Artificial Intelligence Strategy...* USPTO. <https://www.uspto.gov/about-us/news-updates/uspto-announces-new-artificial-intelligence-strategy-empower-responsible>
- WIPO. (2024). *Artificial intelligence and intellectual property policy*. World Intellectual Property Organization. <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4644>

Capítulo 2

Entrenamiento CORI-F en ChatGPT: un enfoque ético y sistemático para la investigación cualitativa asistida por IA

Antonio Aguilera Ontiveros¹

Resumen

El ensayo se situó en el contexto de la rápida incorporación de IA generativa en metodologías cualitativas y tomó como sujeto de estudio a ChatGPT en su papel de asistente de análisis, señalando la tensión entre eficiencia operativa y exigencias éticas y epistemológicas. El problema que motivó la investigación fue la ausencia de un protocolo integrado que garantizara trazabilidad, responsabilidad y reproducibilidad en las interacciones investigador–modelo. Con ese propósito, el ensayo propuso la estrategia CORI-F como una guía sistemática para estructurar prompts (Contexto, Objetivos, Rol,

1. El Colegio de San Luis, A.C. <https://orcid.org/0000-0003-1548-9956>; antonio.aguilera@colsan.edu.mx

Información, Formato) y proteger la confidencialidad y autoría académica. La metodología consistió en un análisis documental cualitativo de la obra de Etesse (2024) (caso único), combinada con codificación inductiva y deductiva y un enfoque hermenéutico-fenomenológico, documentado en un diario de auditoría para asegurar trazabilidad. Entre los hallazgos, se evidenció que CORIF aumentó la trazabilidad y el rigor ético (Scientia) y ofreció herramientas prácticas para optimizar codificación y síntesis sin sacrificar supervisión humana (Praxis). La originalidad residió en integrar ética, filosofía de la ciencia y metodología cualitativa en un protocolo operativo. Se concluyó que CORIF es prometedor, pero requiere validación empírica, métricas de calidad y alineamiento con marcos normativos internacionales.

Palabras clave: CORIF; ChatGPT; Investigación cualitativa asistida por IA; Ética en inteligencia artificial; Metodología sistemática.

1. Introducción

¿Es posible que un asistente de IA preserve la integridad de un estudio cualitativo? Esta pregunta intriga a cualquiera que explore las fronteras de la investigación social usando IA. Actualmente, más del 60 % de los proyectos cualitativos incorporan herramientas digitales para agilizar la codificación y el análisis de datos (Papilaya y Gómez, 2022; Mastrobattista *et al.*, 2024), pero pocas adoptan protocolos formales que garanticen su validez metodológica y su ética de uso. En este contexto, el modelo de lenguaje ChatGPT se presenta como un recurso poderoso para la exploración de narrativas y la síntesis de información cualitativa (Morgan, 2023; Bijker *et al.*, 2024; Etesse, 2024). No obstante, surge la problemática de cómo orientar sistemáticamente sus interacciones para asegurar trazabilidad, responsabilidad y rigor en la investigación.

Una revisión de la literatura reciente respecto a la IA y su uso en la investigación cualitativa muestra que, entre 2023 y 2025, investigadores documentaron avances en codificación asistida por IA (Morgan, 2023), generación de resúmenes automáticos (Cook *et al.*, 2025) y detección de patrones semánticos (Gibbs *et al.*, 2023; Cook *et al.*, 2025). Sin embargo, esas aproximaciones se concentran en la eficiencia operativa y pasan por alto la necesidad de un marco integrado

que reúna contexto, objetivos, rol, información y formato en un solo protocolo. Hasta hace poco, no se había abordado de manera unificada cómo entrenar modelos de lenguaje para interacción cualitativa respetando estándares éticos y garantizando la reproducibilidad de los procesos.

El propósito de este ensayo consiste en presentar la estrategia CORIF (Etesse, 2024), un protocolo ético y sistemático que orienta las solicitudes a ChatGPT en investigación cualitativa. Se espera que, al aplicar CORIF, los investigadores puedan diseñar *prompts* con una estructura precisa que facilite la validación y el control de calidad de los insumos generados por la IA, al tiempo que protegen la confidencialidad de las fuentes y salvaguardan la autoría académica.

Este ensayo se pregunta: ¿cómo un marco CORIF puede garantizar el rigor metodológico y el cumplimiento ético en el uso de ChatGPT para el análisis cualitativo de datos? La respuesta a esta interrogante aporta un enfoque original basado en la interdisciplina entre ciencia de datos, filosofía de la ciencia y metodología cualitativa, y marca un hito en la integración responsable de la IA en las ciencias sociales.

2. Desarrollo

La sección presenta los temas de forma ordenada y progresiva: primero contextualiza la irrupción de modelos de lenguaje como ChatGPT y las tensiones entre eficiencia y rigor metodológico; luego problematiza la delegación de tareas analíticas a sistemas opacos y plantea la necesidad de protocolos sistemáticos como CORIF; a continuación, revisa antecedentes éticos y normativos (UNESCO, 2021; OCDE, 2019) que enmarcan la responsabilidad en el uso de IA; y, finalmente, expone el estado del arte sobre aplicaciones prácticas (codificación asistida, resúmenes automáticos y modelado de tópicos) que motivan el desarrollo metodológico. Esta estructura busca conducir al lector desde la observación empírica y normativa hacia la propuesta metodológica, enfatizando en cada paso la tensión entre la promesa de la automatización y la exigencia de trazabilidad y supervisión humanas.

2.1. Contexto y problematización

Se examinó cómo, durante los últimos cinco años, la integración de herramientas de inteligencia artificial transformó los procesos de investigación cualitativa, especialmente tras la expansión de modelos de lenguaje como ChatGPT (Gibbs *et al.*, 2023; Morgan, 2023; Gilardi *et al.*, 2023; Bijker *et al.*, 2024; Etesse, 2024). En un contexto marcado por la aceleración digital y la disponibilidad masiva de datos textuales, los investigadores buscaron optimizar tareas de codificación y síntesis de información (Morgan, 2023). Sin embargo, esta revolución tecnológica confrontó tensiones estructurales: el afán por reducir tiempos de análisis chocó con la necesidad de preservar la responsabilidad epistemológica y la trazabilidad de las interpretaciones (Chubb, 2023).

Históricamente, los métodos cualitativos se fundamentaron en procesos reflexivos de inmersión y construcción de memorándums para garantizar la profundidad analítica (Birks *et al.*, 2008). Con la adopción de ChatGPT, surgió la problemática de delegar etapas críticas del análisis a algoritmos cuya lógica interna permanece opaca. Por un lado, se reconoció que la IA generaba códigos de forma rápida y consistente; por otro, se cuestionó si esa velocidad compromete la riqueza interpretativa construida por el investigador (Cook *et al.*, 2025).

Las causas de este dilema incluyeron la falta de protocolos estandarizados para guiar las interacciones con el modelo y la ausencia de marcos éticos que regularan el uso de datos sensibles en “circuitos cerrados” (Chubb, 2023). Entre las consecuencias se advirtió un riesgo de descontextualización de fragmentos textuales y de atribución difusa de autoría intelectual. Como alternativa, se exploraron esquemas híbridos que combinaran la agilidad de la IA con mecanismos de auditoría humana (Morgan, 2023).

Más allá de describir estos hechos, se formularon preguntas críticas que orientaron la reflexión académica: ¿De qué manera un protocolo integrado podría garantizar transparencia, responsabilidad y reproducibilidad en el uso de ChatGPT para el análisis cualitativo? ¿Cómo se podría articular un esquema que definiera explícitamente el contexto, los objetivos, el rol, la información y el formato de cada solicitud al modelo? Estas interrogantes sentaron las bases para el desarrollo de la estrategia CORI-F, cuyo propósito fue redefinir el vínculo entre inves-

tigador e inteligencia artificial desde una perspectiva ética y metodológicamente rigurosa.

2.2. Antecedentes del estado de la cuestión

La IA generativa y su uso en la investigación cualitativa se fundamentan en dos vertientes: los principios éticos de su uso a nivel general y su uso metodológico como herramienta de análisis. En particular, ChatGPT es nuestro sujeto de estudio como herramienta de apoyo al análisis cualitativo. Es decir, se focaliza en el propio modelo de lenguaje —sus capacidades, limitaciones y dinámicas de interacción— cuando asume el rol de asistente en procesos de codificación, síntesis y exploración de datos cualitativos bajo el protocolo CORI-F. Como una IA generativa, ChatGPT presenta muchas ventajas; una de ellas es la velocidad de procesamiento. A este respecto, Morgan (2023) asevera que ChatGPT redujo drásticamente el tiempo de codificación, completando en alrededor de 2 horas tareas que anteriormente requerían más de 20 horas de trabajo manual, lo cual permite dedicar más recursos a la interpretación profunda de los datos. El mismo Morgan establece que, al aplicar esquemas de codificación automáticos, el modelo generó códigos subordinados de manera uniforme, minimizando la variabilidad que introduce el análisis puramente manual y facilitando la replicabilidad del estudio. Por otro lado, Cook *et al.* (2025) afirman que, integrado con técnicas de *topic modeling*, ChatGPT permitió identificar automáticamente tópicos latentes en grandes volúmenes de texto, descubriendo agrupamientos de términos que orientaron la exploración temática inicial

2.2.1. IA y ética

Como se vio anteriormente, ChatGPT puede funcionar como una herramienta dentro del trabajo del analista de datos cualitativo, pero su uso debe ser guiado por criterios éticos y responsables del investigador. Se recomienda tomar en cuenta la Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial de la UNESCO (2021), que plantea la necesidad

de una reflexión normativa sistemática sobre el desarrollo y aplicación de la IA, basada en un marco integral, global, multicultural y evolutivo de valores, principios y acciones (Etesse, 2024:25). Siguiendo la recomendación de la UNESCO:

...los sistemas de IA plantean nuevos tipos de cuestiones éticas que incluyen, aunque no exclusivamente, su impacto en la adopción de decisiones, el empleo y el trabajo, la interacción social, la atención de la salud, la educación, los medios de comunicación, el acceso a la información, la brecha digital, la protección del consumidor y de los datos personales, el medio ambiente, la democracia, el estado de derecho, la seguridad y el mantenimiento del orden, el doble uso y los derechos humanos y las libertades fundamentales, incluidas la libertad de expresión, la privacidad y la no discriminación (2021:5).

Ya al nivel nacional, específicamente para el caso de México, las cuestiones éticas vienen establecidas en la *Agenda Nacional de Inteligencia Artificial para México 2024-2030* (OECD y Gobierno de México, 2023) que en términos generales identifica tres derechos humanos fundamentales como los de mayor riesgo de ser vulnerados por la IA; estos son: a) la libertad de expresión; b) la igualdad y no discriminación; c) la privacidad. La agenda adopta los cinco principios de la OECD (2019): 1) beneficio para las personas y el planeta; 2) justicia y no discriminación; 3) transparencia y explicabilidad; 4) responsabilidad; 5) seguridad y protección, como base para todas las políticas nacionales. Asimismo, se incorporan los valores de la UNESCO (2021) relativos a la privacidad, la supervisión humana, la no discriminación y la rendición de cuentas.

Se propone la creación de un Consejo Nacional de Ética en IA, integrado por representantes del gobierno, la academia, la sociedad civil y la industria, encargado de velar por el cumplimiento de los principios, revisar protocolos de evaluación de impacto y emitir lineamientos vinculantes para proyectos públicos y privados.

Estas cuestiones éticas deben estar presentes en la investigación, la cual, además, debe tomar en cuenta cuestiones como el anonimato de los datos que se suben a la IA y cuidar la información personal marcada por los estándares éticos en la investigación cualitativa (Etesse, 2024:25-29).

Por último, cabe señalar que ChatGPT y otras IA generativas no figuran como autores; la responsabilidad sobre la investigación corresponde únicamente al investigador.

3. Metodología

Se aplicó un *análisis documental cualitativo* que examinó sistemáticamente los pasajes clave de Etesse (2024), codificándolos para extraer categorías temáticas y valoración crítica. Este proceso se enmarcó en un *caso de estudio único*, donde el “caso” es la propia obra de Etesse, siguiendo las pautas de Yin (2018) para mantener la coherencia interna y permitir la transferencia de hallazgos. Además, se incorporó una dimensión *hermenéutico-fenomenológica* para comprender el significado profundo de los conceptos que propone Etesse sobre el entrenamiento CORI-F. Un diario de auditoría documentó cada paso del análisis, asegurando trazabilidad y reflexividad según Bowen (2009).

El análisis documental es un método sistemático para revisar e interpretar documentos con el fin de descubrir significados y patrones (Bowen, 2009). Se empleó el enfoque de Bardin, 1986 (Dalla-Valle y de Lima-Ferreira, 2025) de *análisis de contenido*, que permite una codificación rigurosa mediante unidades de registro, categorías y metacategorías, facilitando la identificación de los componentes CORI-F en el texto de Etesse. El procedimiento incluyó:

1. *Selección de unidades de análisis*: fragmentos del libro donde se describen los elementos CORI-F.
2. *Codificación inductiva y deductiva*: generación de códigos emergentes y aplicación de códigos predefinidos basados en CORI-F.
3. *Construcción de categorías*: agrupación de códigos en categorías temáticas (p. ej., “ética del circuito cerrado”, “rol del investigador”).
4. *Triangulación interna*: comparación de categorías con las definiciones originales de Etesse para validar consistencia.

El libro de Etesse (2024) se trató como un caso único que permitió un examen en profundidad de su propuesta metodológica. El estudio de caso único está justificado cuando se investiga un fenómeno contemporáneo con límites difusos y no existe separación clara entre el fenómeno y su contexto (cf. Yin, 2018). Se documentó:

- Contexto del caso: origen del libro, objetivos declarados por el autor y su relevancia en el campo.
- Proposición teórica: las hipótesis implícitas sobre la aplicación de CORI-F.

- Criterios de interpretabilidad: evaluación de cómo Etesse articula sus argumentos y evidencia.

3.1. Resultados preliminares

A continuación, se presentan las unidades de análisis extraídas de Etesse (2024:33-41), correspondientes a los cinco componentes de CORI-F:

- C – Contexto: La C en CORI-F se refiere al contexto, lo que implica proporcionar la fundamentación necesaria para abordar de manera pertinente el proyecto de investigación, esto es, que la herramienta contemple el marco de trabajo de los datos. Al respecto, se establecen al menos cuatro elementos clave de información: 1. Tipo de trabajo a realizar; 2. Tipo de datos a trabajar; 3. Disciplina o enfoque disciplinario de estudio; 4. Ubicación geográfica y/o temporalidad.
- O – Objetivos: La O de CORI-F se refiere a los objetivos, lo que implica especificar claramente los lineamientos que guían la investigación y, por ende, orientar el análisis con la dirección previamente establecida. Se recomienda trabajar con las preguntas específicas o los OE de investigación como punto de partida para los diferentes prompts que se realicen.
- R – Rol: La R implica delimitar bien el rol que adoptará ChatGPT, lo que implica definir el papel que desempeña tal herramienta en el proceso de investigación. Esto ayudará a esclarecer su función, que debe estar centrada en la generación de insumos y la asistencia al investigador principal.
- I – Información: La I es la sección información, la cual permite delimitar el conjunto de información que será utilizada en el diálogo con ChatGPT. Ello es esencial para establecer el ya mencionado circuito cerrado de información y utilizar únicamente los datos proporcionados por el investigador.
- F – Formato: La sección F de CORI-F hace referencia al formato de prompts y se centra en brindar instrucciones específicas sobre la presentación de las respuestas generadas por ChatGPT. Esto garantizará que los resultados se entreguen de la manera más idónea en función de las necesidades del investigador. El formato de prompts abarca el tipo de lenguaje deseado, la presentación de resultados y la organización de estos.

A continuación, se muestran los códigos generados (ver *Tabla 1*).

Las cuatro categorías principales que he encontrado son a) Contextualización, b) Orientación Metodológica, c) Gestión de Información y d) Presentación de Resultados y sus códigos correspondientes; además he construido una red semántica (ver la *Figura 1*) de las relaciones entre categorías y sus códigos. Esta visualización permite apreciar cómo cada componente de CORI-F se integra en un marco coherente y observar el flujo de información y dependencia entre las fases del protocolo.

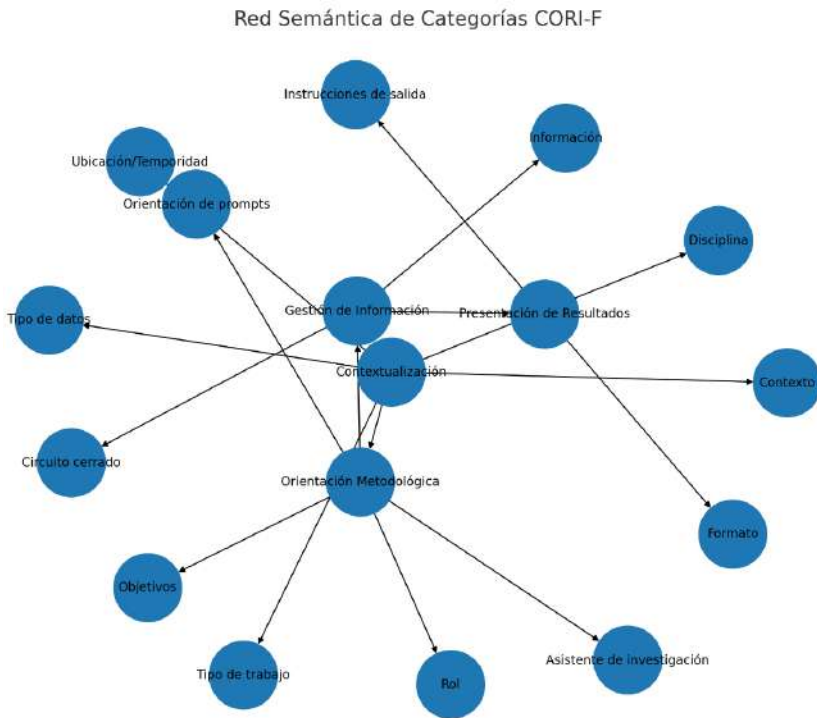
Tabla 1. Codificación inductiva y deductiva de CORI-F.

Código (etiqueta)	Tipo	Definición	Fragmento (unidad)
Contexto	Deductivo	Describe el marco de trabajo (tipo de estudio, datos, disciplina y ámbito)	Fragmento C – Contexto
Tipo de trabajo	Inductivo	Especifica la naturaleza de la tarea (ej. codificación, síntesis)	Fragmento C – Contexto
Tipo de datos	Inductivo	Señala la clase de insumos (entrevistas, documentos, etc.)	Fragmento C – Contexto
Disciplina	Inductivo	Identifica la perspectiva académica (sociología, educación, etc.)	Fragmento C – Contexto
Ubicación/ Temporidad	Inductivo	Contextualiza geográfica o cronológicamente el estudio	Fragmento C – Contexto
Objetivos	Deductivo	Define las metas y preguntas que guían los prompts	Fragmento O – Objetivos
Orientación de prompts	Inductivo	Uso de preguntas específicas u objetivos de investigación como guía	Fragmento O – Objetivos
Rol	Deductivo	Delimita la función que ChatGPT debe asumir (analista, asistente, etc.)	Fragmento R – Rol
Asistente de investigación	Inductivo	Enfatiza el papel de ChatGPT en la generación de insumos	Fragmento R – Rol
Información	Deductivo	Restringe el corpus al conjunto de datos proporcionados	Fragmento I – Información
Circuito cerrado	Inductivo	Principio de no incorporar fuentes externas ni datos no autorizados	Fragmento I – Información

Código (etiqueta)	Tipo	Definición	Fragmento (unidad)
Formato	Deductivo	Indica la estructura, tono y presentación esperada de las respuestas	Fragmento F – Formato
Instrucciones de salida	Inductivo	Parámetros específicos sobre lenguaje, tipo de organización	Fragmento F – Formato

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Red semántica de las categorías CORI-F



Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

La propuesta CORI-F ofreció evidencia de que estructurar las interacciones con ChatGPT incrementó la eficiencia y la consistencia en tareas operativas del análisis cualitativo, como la generación de códigos iniciales y la síntesis de segmentos textuales. Esto concuerda con estudios empíricos que documentaron reducciones sustantivas en los tiempos de codificación y una mayor coherencia en anotaciones automatizadas frente a soluciones tradicionales (Morgan, 2023; Gilardi *et al.*, 2023).

No obstante, la capacidad de un asistente de IA para preservar la integridad metodológica no es automática ni absoluta. Las limitaciones observadas —opacidad algorítmica, sensibilidad a la calidad de los insumos y dificultades para capturar matices interpretativos profundos— coincidieron con advertencias recientes sobre los alcances y límites de ChatGPT en análisis temático y síntesis (Vien Lee *et al.*, 2024; Cook *et al.*, 2025). Estas constataciones mostraron que la IA asistía con solvencia en fases descriptivas y preanalíticas, pero que las tareas interpretativas de alto nivel requirieron intervención y verificación humana constante.

Frente a estos riesgos, CORI-F demostró ser un mecanismo mitigador: al exigir la definición explícita de Contexto, Objetivos, Rol, Información y Formato, se produjo una mayor trazabilidad (registro de prompts y metadatos) y una base para auditoría técnica y ética. Este enfoque se alinea con los principios de gobernanza y ética internacional que demandan transparencia, rendición de cuentas y protección de derechos (UNESCO, 2021; OECD, 2019).

En suma, la respuesta a la pregunta formulada es condicional: un asistente de IA puede contribuir de forma significativa a preservar la integridad de un estudio cualitativo, pero solo si su uso se enmarca en protocolos sistemáticos, controles humanos y mecanismos de auditoría y gobernanza. Sin esas condiciones —promulgadas por CORI-F—, la automatización puede acelerar procesos a costa de la profundidad interpretativa y de la responsabilidad investigadora.

4.1. Aportación práctica (concreta y reproducible)

Para operacionalizar esta conclusión, el estudio propone y pilota un paquete mínimo operacional (lista ejecutable) que equipos de investigación pueden adoptar:

- *Plantilla CORI-F obligatoria*: formulario estándar para cada sesión que registre Contexto, Objetivos, Rol, Información (fuentes y nivel de anonimización) y Formato de salida.
- *Metadatos y logs*: esquema JSON para exportar cada prompt/respuesta con marca temporal, versión del modelo y parámetros; almacenamiento cifrado con retención definida.
- *Diario de auditoría*: registro reflexivo del investigador que documente ajustes, decisiones de codificación y discrepancias relevantes.
- *Checklist de validación humana*: pasos mínimos de inspección (muestra aleatoria de fragmentos, recodificación por investigador, conciliación de discrepancias).
- *Métricas operativas iniciales*: proporción de acuerdos intercoder (IA vs. humano) en tareas descriptivas, tasa de cambios tras revisión humana y tiempo ahorrado normalizado por tamaño del corpus.

Estos instrumentos permiten aplicar CORI-F de forma replicable y auditable en proyectos reales, facilitando comparaciones entre estudios y la acumulación de evidencia empírica sobre su eficacia.

Los códigos en JSON y el formato de auditoría en Word están disponibles en el siguiente repositorio de GitHub: <https://github.com/aaguilerasp/AMIDI-LIBRO-IA>

5. Conclusión

La pregunta central de este ensayo: ¿Es posible que un asistente de IA preserve la integridad de un estudio cualitativo? Recibe una respuesta matizada: sí, pero solo bajo condiciones específicas y supervisadas. Los hallazgos indicaron que ChatGPT y modelos afines aportaron mejoras claras en eficiencia temporal, coherencia y apoyo en tareas operativas (p. ej., codificación inicial, anotación y síntesis), lo que favoreció

la trazabilidad de ciertos procedimientos analíticos (Morgan, 2023; Gilardi *et al.*, 2023). No obstante, la preservación plena de la integridad epistemológica, entendida como profundidad interpretativa, atribución responsable de autoría y control ético de datos sensibles, no se alcanzó por la sola intervención algorítmica: esos aspectos continuaron dependiendo del juicio y la validación humana (Chubb, 2023; Marshall & Naff, 2024).

Por tanto, la capacidad de un asistente de IA para preservar la integridad quedó condicionada a la concurrencia de cinco requisitos operativos y normativos: (a) protocolo de interacción estructurado (p. ej., CORIF) que codifique metadatos de prompts; (b) human-in-the-loop para validación interpretativa; (c) registro exhaustivo y auditoría de logs y versiones de modelos; (d) controles de calidad de datos (anonimización, depuración y verificación de sesgos); y (e) alineamiento con marcos éticos y jurídicos (UNESCO, 2021; OECD, 2019). La literatura reciente avaló estas condiciones: Cook *et al.* (2025) y otros autores recomendaron auditorías, métricas de confianza e investigación empírica longitudinal para medir efectos sobre la calidad final del análisis; asimismo, estudios sobre rendimiento automático resaltaron la necesidad de supervisión por riesgos de opacidad algorítmica y sesgos (Gilardi *et al.*, 2023; Yan *et al.*, 2023).

En síntesis, un asistente de IA puede contribuir a preservar la integridad de un estudio cualitativo, siempre que su uso quede enmarcado por protocolos sistemáticos, supervisión humana y gobernanza ética y técnica. CORIF constituye una propuesta operativa valiosa porque operacionaliza muchas de estas condiciones; sin embargo, su efectividad requiere validación empírica longitudinal, indicadores claros de calidad cualitativa y marcos institucionales que garanticen responsabilidad y transparencia (Morgan, 2023; Cook *et al.*, 2025; UNESCO, 2021).

6. Referencias

- Bardin, L. (1986) *Análisis de contenido*. Ediciones AKAL. Consultado en la siguiente URL: [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=lvhoTqllEQC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Bardin,+L.+\(1986\)+An%C3%A1lisis+de+contenido.+Ediciones+AKAL&ots=0IB_gpnWs_&sig=l_iMRCFwsVhs4EZAjEpWpViXn8U#v=onepage](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=lvhoTqllEQC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Bardin,+L.+(1986)+An%C3%A1lisis+de+contenido.+Ediciones+AKAL&ots=0IB_gpnWs_&sig=l_iMRCFwsVhs4EZAjEpWpViXn8U#v=onepage)

- e&q=Bardin%2C%20L.%20(1986)%20An%C3%A1lisis%20de%20contenido.%20Ediciones%20AKAL&f=false
- Bennis, I. & Mouwafaq, S. (2025). Advancing AI-driven thematic analysis in qualitative research: A comparative study of nine generative models on cutaneous leishmaniasis data. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 25, Article 124. <https://doi.org/10.1186/s12911-025-02961-5>
- Birks, M., Chapman, Y. & Francis, K. (2008). Memoing in qualitative research. *Journal of Research in Nursing*, 13(1), 68–75. <https://doi.org/10.1177/1744987107081254>
- Bijker, R., Merkouris, S. S., Dowling, N. A. & Rodda, S. N. (2024). ChatGPT for automated qualitative research: Content analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e59050. <https://doi.org/10.2196/59050>
- Bowen, G. A. (2009), Document Analysis as a Qualitative Research Method, *Qualitative Research Journal*, Vol. 9 No. 2, pp. 27-40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Chubb, L. A. (2023). Me and the machines: Possibilities and pitfalls of using artificial intelligence for qualitative data analysis. *International Journal of Qualitative Methods*, 22, 1–16. <https://doi.org/10.1177/16094069231193593>
- Cook, D. A., Ginsburg, S., Sawatsky, A. P., Kuper, A. & D'Angelo, J. D. (2025). Artificial intelligence to support qualitative data analysis: Promises, approaches, pitfalls. *Academic Medicine*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000006134>
- Dalla-Valle, P.R. & de Lima-Ferreira, J. (2025) Content analysis in the perspective of Bardin: contributions and limitations for qualitative research in education. *EDUR • Educação em Revista*. 2025;41;e49377. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-469849377-t>
- Etesse, M. (2024). *Introducción al análisis de datos cualitativos con inteligencia artificial*. Pontificia Universidad Católica del Perú. [Introducción al análisis de datos cualitativos.pdf](https://doi.org/10.1177/16094069231211248)
- Gibbs, G. R., Friese, S. & Mangabeira, W. C. (2023). Exploring the use of artificial intelligence for qualitative data analysis. *International Journal of Qualitative Methods*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/16094069231211248>
- Gilardi, F., Alizadeh, M. & Kubli, M. (2023). ChatGPT outperforms crowd workers for text-annotation tasks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 120(30), e2305016120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2305016120>
- Guest, G., MacQueen, K. M. & Namey, E. E. (2012). *Applied thematic analysis*. SAGE Publications, Inc., <https://doi.org/10.4135/9781483384436>

- Marshall, D. T. & Naff, D. B. (2024). The ethics of using artificial intelligence in qualitative research. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*, 19(1), 92–102. <https://doi.org/10.1177/15562646241262659>
- Mastrobattista, L., Muñoz-Rico, M. & Cordon-García, J. A. (2024). *Optimising textual analysis in higher education studies through Computer-Assisted Qualitative Data Analysis (CAQDAS) with ATLAS.ti*. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 622–632. <https://doi.org/10.3926/jotse.2516>
- Morgan, D. L. (2023). Exploring the use of artificial intelligence for qualitative data analysis: The case of ChatGPT. *International Journal of Qualitative Methods*, 22, 1–10. <https://doi.org/10.1177/16094069231211248>
- OECD. (2019). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. OECD Publishing. Recuperado el 14 de julio de 2025 de <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- OECD & Gobierno de México. (2023). Agenda Nacional Mexicana de Inteligencia Artificial 2024–2030. OECD.AI. Recuperado el 16 de julio de 2025 de https://wp.oecd.ai/app/uploads/2022/01/Mexico_Agenda_Nacional_Mexicana_de_IA_2030.pdf
- Sakaguchi, K., Sakama, R. & Watari, T. (2025). Evaluating ChatGPT in qualitative thematic analysis with human researchers in the Japanese clinical context and its cultural interpretation challenges: Comparative qualitative study. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e71521. <https://doi.org/10.2196/71521>
- Papilaya, R. & Gómez, T. (2022). Qualitative research in the digital era: Innovations, methodologies and collaborations. *Societies*, 12(10), 570. <https://doi.org/10.3390/socsci12100570>
- Lee V, van der Lubbe S, Goh L. & Valderas J (2024) Harnessing ChatGPT for Thematic Analysis: Are We Ready? *J Med Internet Res* 2024;26:e54974. URL: <https://www.jmir.org/2024/1/e54974>
- UNESCO (2021) Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. UNESCO. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455>
- Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martínez-Maldonado, R., Chen, G., Li, X., Jin, Y. & Gašević, D. (2023). Practical and ethical challenges of large language models in education: A systematic scoping review. *British Journal of Educational Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/bjet.13370>
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6.^a ed.). SAGE Publications.



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 3

Relación entre la innovación abierta y la inteligencia artificial. Un análisis de la literatura

Cristina Lizeth Ramírez Cuevas¹
César Omar Mora Pérez²

Resumen

La investigación analiza la relación entre innovación abierta (OI) e inteligencia artificial (IA) en el marco de la Cuarta Revolución Industrial, donde la digitalización y los cambios tecnológicos exigen a las organizaciones adaptarse y cooperar globalmente. El problema identificado es la falta de claridad sobre cómo la IA potencia los procesos colaborativos de innovación abierta, lo que plantea la

1. Doctorante en Administración. Académica del Departamento de Administración de la Universidad de Guadalajara. Correo: cristina.ramirez@academicos.udg.mx Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-2742-157X>
2. Doctor en Estudios Fiscales con orientación en Hacienda Pública. Académico del Departamento de Administración de la Universidad de Guadalajara. Correo: omar.mora@academicos.udg.mx Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3917-1144>

pregunta: ¿qué tendencias y hallazgos revela la literatura sobre esta relación? El propósito del ensayo es construir un marco conceptual que vincule teoría y práctica como estrategia integradora del programa académico. Metodológicamente, se aplicó una revisión sistemática bajo PRISMA en Scopus (2003–2025), considerando marcos de capacidades dinámicas y de absorción. Los hallazgos distinguen aportes teóricos, como el rol de la IA como habilitador conceptual, y prácticos (Praxis), como mejoras en eficiencia y colaboración universidad–empresa. La originalidad radica en la visión interdisciplinaria de IA–OI. Se concluye con limitaciones metodológicas y recomendaciones de ampliar bases y enfoques futuros.

Palabras clave: Innovación abierta, Inteligencia artificial, Transformación digital.

1. Introducción

La Cuarta Revolución Industrial ha generado transformaciones aceleradas en los procesos organizacionales, caracterizadas por la digitalización, el uso intensivo de datos y la incorporación de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA). Este entorno exige a las empresas desarrollar capacidades dinámicas que les permitan adaptarse, innovar y colaborar de manera abierta con actores externos, tanto en el ámbito empresarial como académico (Foro Económico Mundial, 2024; Radziwon *et al.*, 2024).

Este fenómeno se caracteriza por cambios tecnológicos acelerados y diversas transformaciones. Con esto, las empresas deben desarrollar nuevas capacidades de adaptación y fomentar la cooperación a nivel global (Foro Económico Mundial, 2024). Además, como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se establece la necesidad de que las industrias se apoyen en procesos de innovación y que trabajen de manera colaborativa para acelerar el cumplimiento de objetivos en común (ONU, 2024).

En este contexto, en la literatura académica se reconoce a la innovación abierta (OI por sus siglas en inglés) y a la inteligencia artificial (AI por sus siglas en inglés) como pilares fundamentales para la transformación digital de las organizaciones. En este sentido, la creciente

digitalización de los procesos organizacionales y la incorporación de tecnologías como la AI están transformando de manera radical la forma en que se gestionan los flujos de información dentro y fuera de las organizaciones (Aldoseri, 2024).

Por lo anterior, el propósito de este trabajo es construir un marco conceptual que analice la relación entre la inteligencia artificial y la innovación abierta como parte de una estrategia integradora de investigación, analizando los temas, enfoques y vacíos en la literatura científica que relacionan la innovación abierta con la inteligencia artificial. A través de un análisis temático que permita identificar estrategias, tendencias y patrones conceptuales y prácticos. Para ello se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué tendencias y hallazgos han sido identificados a la literatura académica con respecto de la relación de la innovación abierta con la inteligencia artificial?, por lo que, para dar respuesta, se realiza un análisis cualitativo temático de la literatura sobre OI y AI. Con ello se busca aportar una comprensión actualizada de los conceptos, mostrando cómo las organizaciones pueden trascender los límites de sus recursos internos a través de la adopción de nuevas tecnologías de inteligencia artificial y prácticas de innovación abierta.

El fundamento teórico se basa, en primer lugar, en la teoría de las capacidades dinámicas, que explica la habilidad de una empresa para adaptarse a entornos cambiantes mediante la reconfiguración de sus recursos y procesos internos y externos (Teece, 2007). En segundo lugar, la teoría de la capacidad de absorción, que describe la habilidad de una organización para reconocer el valor del conocimiento externo, asimilarlo, transformarlo y aplicarlo para generar ventajas competitivas, focalizando el impacto de la IA sobre los resultados de la innovación abierta (Cohen y Levinthal, 1990; Zahra y George, 2002). Estas teorías permiten articular cómo la IA opera como una variable habilitadora o moderadora de la innovación abierta.

En la primera parte se abordan los conceptos de innovación abierta e inteligencia artificial, resaltando algunas aportaciones clave. Posteriormente, se explica cómo se desarrolla el método. Y finalmente se presentan los resultados obtenidos, discusión y conclusiones.

Además de los marcos teóricos de capacidades dinámicas y de absorción, resulta indispensable situar la relación entre innovación abierta e inteligencia artificial en los debates recientes sobre gobernanza tecnológica y regulación ética. Diversos organismos internacio-

nales han señalado la importancia de integrar principios de transparencia, inclusión y responsabilidad en el diseño de políticas de innovación y en la adopción de sistemas de IA (European Commission, 2023; Floridi, 2024). Esto asegura que la transformación digital no solo se traduzca en eficiencia operativa, sino también en beneficios sociales y en la reducción de riesgos asociados al mal uso de datos y algoritmos.

A pesar de los avances tecnológicos, persiste una brecha en la literatura respecto a cómo se articula la relación entre innovación abierta (OI) e inteligencia artificial (IA). Si bien existen estudios que analizan ambas variables por separado, aún no se ha planteado con claridad cómo la IA puede potenciar los procesos colaborativos de innovación abierta y qué implicaciones tiene en términos de eficiencia organizacional, cocreación de valor y colaboración interinstitucional. De ello surge la pregunta de investigación: ¿Qué tendencias y hallazgos ha identificado la literatura académica sobre la relación entre innovación abierta e inteligencia artificial, y cuáles son sus implicaciones teóricas y prácticas para las organizaciones?

2. Desarrollo

En términos económicos, el impacto de la inteligencia artificial se estima en un incremento del PIB mundial de entre 14 y 15 billones de dólares hacia 2030, debido principalmente a la automatización de procesos, personalización de servicios y creación de nuevos modelos de negocio (PwC, 2023; McKinsey Global Institute, 2023). Esto refleja el potencial de la IA como motor económico global y resalta la necesidad de que las empresas integren enfoques de innovación abierta para capitalizar dichas oportunidades.

2.1. Contexto y problematización

Los diversos cambios en el entorno han generado la necesidad de las empresas por fomentar procesos de innovación y la adopción de nuevas herramientas y tecnologías para responder de manera rápida y garantizar la competitividad (Kucharska *et al.*, 2024; Ramadan *et al.*,

2022). Sin embargo, la falta de procesos de innovación abierta puede limitar el crecimiento y desempeño de las organizaciones, por lo que resulta fundamental complementar los conocimientos y capacidades con los de otras organizaciones que son similares, por lo que se deben explotar tanto los recursos internos como los recursos externos de las compañías (Halik y Halik, 2024; Srisathan *et al.*, 2022).

Adicionalmente, los avances en la inteligencia artificial han generado diversas oportunidades para automatizar tareas rutinarias, optimizar y facilitar la toma de decisiones, así como personalizar los servicios (Pitakaso *et al.*, 2025). Se ha identificado también que el uso de tecnologías de inteligencia artificial ha generado un impacto significativo en la industria, la sociedad y dentro de las instituciones, modificando múltiples paradigmas existentes (Orlando *et al.*, 2025).

Si bien la innovación abierta se caracteriza por la circulación del conocimiento interno y externo, el entorno digital ha revolucionado esta dinámica, siendo el uso de la inteligencia artificial un impulsor de la innovación abierta, particularmente a través del procesamiento y análisis de datos no estructurados (Radziwon *et al.*, 2024).

2.2. Antecedentes del estado de la cuestión

La relación entre innovación abierta e inteligencia artificial debe comprenderse dentro de un marco de transformaciones globales que han reconfigurado la dinámica empresarial, política y social. La denominada Cuarta Revolución Industrial ha introducido cambios tecnológicos acelerados que impactan de manera transversal a los sectores productivos, generando tanto oportunidades de crecimiento como desafíos en términos de competitividad y sostenibilidad (Foro Económico Mundial, 2024). En este contexto, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han subrayado la importancia de alinear la innovación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, destacando la necesidad de infraestructuras resilientes y colaboraciones multisectoriales (ONU, 2024). Asimismo, desde la perspectiva de la economía del conocimiento, la inversión en investigación y desarrollo es un factor crítico para fortalecer la capacidad de innovación de los países; sin embargo, existen brechas significativas en regiones como América Latina y, particularmente, en México, donde

los niveles de inversión permanecen muy por debajo del promedio de la OCDE (Duran, 2024; OECD, 2023).

2.2.1. MUNDIAL

De acuerdo con el Foro Económico Mundial (2024), desde hace casi una década se está haciendo frente a nivel global a lo que se denominó como la Cuarta Revolución Industrial, caracterizada por cambios tecnológicos acelerados y profundas transformaciones. Esto exige a las empresas la capacidad de adaptación y el fomento a la cooperación a nivel global, para garantizar su permanencia en entornos altamente dinámicos y aprovechar las oportunidades que surgen de la interconexión tecnológica y económica internacional, permitiendo así generar ventajas competitivas sostenibles y contribuir al desarrollo global inclusivo (Foro Económico Mundial, 2024; OECD, 2023).

2.2.2. INTERNACIONAL

Aunado a lo anterior, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2024) ha establecido como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que, debido a la rápida evolución del panorama económico mundial, es necesario que las industrias se apoyen en innovación e infraestructuras resilientes. Además, en el último objetivo destacan la importancia de trabajar de manera colaborativa para alcanzar las metas. Y señalan como crucial el establecimiento de alianzas entre múltiples partes interesadas para aprovechar las interrelaciones y acelerar el proceso para cumplir objetivos en común.

2.2.3. MÉXICO

En la actualidad, de acuerdo con Duran (2024), México invierte aproximadamente el 0.5% de su Producto Interno Bruto (PIB) en investigación y desarrollo, una cifra significativamente menor que el promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2023), que se sitúa alrededor del 2.5%.

En el contexto local, según lo referido por el Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo Jalisco 2018-2024, uno de los principales problemas

a los que se enfrentan las organizaciones es la baja inversión por parte de los gobiernos municipales, estatales y federales en materia de investigación, desarrollo e innovación. Así como la ausencia de un marco regulatorio que promueva políticas públicas enfocadas en el fomento a la innovación, ciencia y tecnología (Gobierno de Jalisco, 2022).

Dado lo anterior, las organizaciones enfrentan una fuerte necesidad de adaptación a las condiciones cambiantes para responder de forma eficaz a las demandas del mercado, siendo esto posible a través de estrategias que tengan un enfoque innovador y colaborativo (Portocarrero, 2023).

2.3. Descripción del estado del arte

El estudio del estado del arte en torno a la innovación abierta y la inteligencia artificial resulta fundamental para comprender cómo ambas han evolucionado como conceptos y prácticas clave en la transformación digital. La innovación abierta se ha consolidado como un paradigma que promueve la circulación del conocimiento entre actores internos y externos para potenciar la competitividad organizacional (Chesbrough, 2003; Álvarez-Aros & Álvarez, 2018), mientras que la inteligencia artificial ha pasado de ser un planteamiento teórico en los años cincuenta a convertirse en una de las tecnologías con mayor impacto en los procesos de creación de valor, análisis de datos y toma de decisiones estratégicas (Kaplan & Haenlein, 2018; Russell & Norvig, 2020). Analizar ambas dimensiones permite identificar cómo se complementan y cómo sus interacciones han configurado nuevas rutas para el desarrollo empresarial y la colaboración en entornos dinámicos y globalizados (Orlando et al., 2025; Qu & Kim, 2025).

2.3.1. INNOVACIÓN ABIERTA

La innovación abierta surge como un concepto presentado por Chesbrough (2003), quien establece que “las ideas valiosas pueden provenir de dentro o fuera de la empresa y también pueden llegar al mercado desde dentro o fuera de la empresa” (p. 43). Además, menciona que la innovación abierta es una forma de hacer frente al paradigma de la

innovación cerrada. Estudios más recientes señalan que la innovación abierta está basada en la combinación de conocimiento externo con conocimiento interno para enfrentar cambios y desafíos constantes del medio ambiente (Álvarez-Aros y Álvarez, 2018).

Se establece también que la innovación abierta surge como una estrategia fundamental para mejorar el rendimiento y los resultados empresariales (Kantis et al., 2023; Mulyono y Syamsuri, 2023) y, a través de la colaboración entre empresas, es posible acceder a nuevas ideas y aportar un valor agregado a sus operaciones (Portocarrero, 2023).

Algunos autores han identificado en sus estudios la importancia que tiene la innovación abierta y ha sido vinculada de manera positiva y significativa con el desempeño organizacional en pequeñas y medianas empresas (PYMES) (Rumanti et al., 2023; Valdéz-Juárez y Castillo-Vergara, 2020). En otro estudio, específicamente se identifica que la innovación abierta mejora el desempeño innovador en aspectos más precisos como la calidad de productos, eficiencia de procesos, motivación de colaboradores y capacidad de respuesta (Sarango-Lalanguí et al., 2023).

2.3.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El concepto de inteligencia artificial tiene sus orígenes en los años cincuenta, donde McCarthy et al. (1955) establecen que la AI está vinculada con el proceso de hacer que una máquina actúe o se comporte de tal manera que se pueda considerar como “inteligente” si un ser humano se comportara o actuara así.

Desde la perspectiva de Kaplan y Haenlein (2018), se establece que la AI es una habilidad para comprender de forma adecuada la información proveniente del entorno. Y con base en ello, aplicar el conocimiento adquirido en el logro de metas concretas. Esta información suele provenir del Big Data y ayuda a las computadoras a aprender sin ser programadas de forma explícita.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que la AI se centra en crear entidades inteligentes. Máquinas capaces de calcular cómo actuar con eficiencia y seguridad en diversas situaciones nuevas (Russell y Norving, 2020). Es decir, la inteligencia artificial estudia cómo lograr que las computadoras puedan hacer las cosas de mejor forma, en comparativo con las personas (Rich et al., 2009).

De forma más específica, Qu y Kim (2025) establecen que la adopción de la AI se ve influenciada por aspectos como la utilidad percibida, la presión de los competidores y la participación de los proveedores. Además, se identifica que en el futuro las tecnologías de AI probablemente tendrán un impacto significativo en el rendimiento de la innovación (Orlando *et al.*, 2025).

Sin embargo, también se precisa la necesidad de considerar que, para la optimización de los recursos de AI y poder obtener mayores beneficios, la experiencia humana continúa siendo crucial. Es decir, la experiencia humana es facilitadora en el proceso de superar ciertas limitaciones que aún surgen en la AI.

3. Metodología

La investigación se realizó en 2025 bajo un enfoque cualitativo y de alcance exploratorio. Se aplicó la metodología PRISMA para la revisión sistemática de literatura en la base de datos Scopus, considerando artículos publicados entre 2003 (año en que se introduce el concepto de innovación abierta) y 2025. Se utilizaron palabras clave en inglés y español, aplicando criterios de inclusión y exclusión que permitieron reducir el corpus a nueve artículos empíricos. El análisis se apoyó en el enfoque de capacidades dinámicas (Teece, 2007) y de capacidad de absorción (Cohen & Levinthal, 1990; Zahra & George, 2002) como marcos de referencia, lo que permitió organizar los hallazgos en ejes temáticos sobre la interacción IA-OI.

Esta investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo y de alcance exploratorio. Su objetivo fue identificar, organizar e interpretar los hallazgos reportados en artículos científicos sobre la relación entre innovación abierta e inteligencia artificial.

Se consideró un enfoque cualitativo debido a que se buscó tener una comprensión profunda de los conceptos estudiados con base en el análisis de estudios previos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2022).

El diseño de la investigación fue una revisión sistemática de la literatura en la que se usó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para garantizar la transparencia y rigurosidad en la selección y análisis de las fuentes documentales.

Para el estudio de los artículos se implementó un análisis temático que permitió identificar patrones y categorías relevantes en el contenido de los estudios seleccionados (Hernández-Sampieri *et al.*, 2022).

La unidad de análisis se conformó por artículos científicos publicados entre los años 2003 y 2025, buscando identificar la evolución conceptual y observar el surgimiento y consolidación de la innovación abierta en conjunto con la inteligencia artificial. Solo se consideró la base de datos Scopus para garantizar la pertinencia y rigor de los artículos.

Como estrategia de búsqueda se combinaron palabras clave y operadores booleanos. Además, se consideraron los criterios de inclusión y exclusión que se muestran en la *tabla 1*.

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos

Inclusión	Exclusión
<ul style="list-style-type: none">- Contenido relacionado con innovación abierta e inteligencia artificial.- Publicación entre 2003 y 2025.- Artículos científicos revisados por pares- Idiomas: inglés y español.- Acceso al texto completo.	<ul style="list-style-type: none">- Publicaciones antes de 2003.- Documentos no académicos (sin revisión por pares).- Artículos que traten las variables de forma individual (sin una vinculación explícita).- Sin acceso al texto completo.

Fuente: elaboración propia.

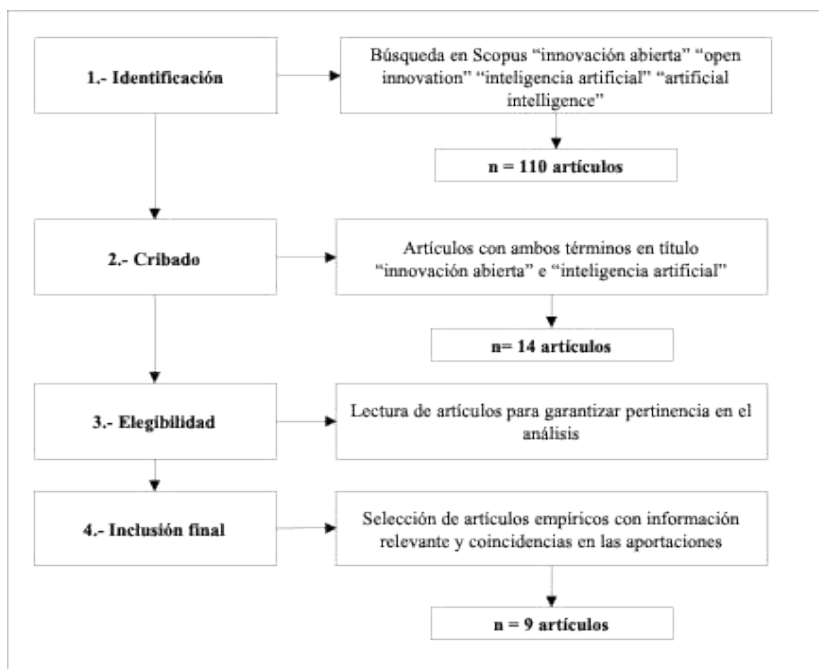
Una limitación metodológica importante es el uso exclusivo de Scopus como base de datos. Si bien garantiza rigor y pertinencia académica, puede excluir literatura relevante disponible en Web of Science, IEEE Xplore o EBSCO. Estudios recientes recomiendan incorporar múltiples bases de datos para mejorar la exhaustividad y reducir sesgos en revisiones sistemáticas de literatura (Page *et al.*, 2021; Snyder, 2023).

3.1. Metodología PRISMA

La revisión fue desarrollada en cuatro etapas (ver figura 1):

1. *Identificación:* Se hizo una búsqueda utilizando la base de datos “Scopus” con los términos clave “innovación abierta”, “open innovation”, “inteligencia artificial” y “artificial intelligence”. Se limitó el periodo de búsqueda a los años (2003-2025), considerando como punto de partida el año 2003, que fue el año en que se definió el término de innovación abierta. Se limitó a que fueran artículos científicos para asegurar el rigor académico. Los idiomas considerados fueron español e inglés para considerar literatura regional y global. Se tomaron artículos teóricos y empíricos, de los cuales se tuvo acceso completo al documento. Finalmente, con esta búsqueda se obtuvo un total de 110 artículos que cumplían con los criterios antes mencionados.
2. *Cribado:* Se filtraron los artículos por título y se consideraron únicamente aquellos que incluyeran ambos términos (innovación abierta e inteligencia artificial), debido a que el objetivo fue analizar ambos conceptos en conjunto y la relación entre estos. En este segundo paso se obtuvieron un total de 14 artículos.
3. *Elegibilidad:* Se leyeron los artículos para garantizar la pertinencia en el análisis temático y para determinar si la información que incluían era valiosa. Además, se consideraron aquellos artículos en los cuales se menciona de forma específica y fácil de identificar la vinculación existente entre la innovación abierta y la inteligencia artificial.
4. *Inclusión final:* Una vez leídos, se consideró una muestra final de nueve artículos empíricos. Mismos que reportaron información relevante y de los cuales se identificaron algunas coincidencias entre las aportaciones. Se analizaron y se elaboró una matriz de extracción donde se identificaron los resultados más relevantes. Posteriormente se definió cuál era la relación identificada entre las variables (ver Tabla 2).

Figura 1. Diagrama con metodología PRISMA



Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Resultados de los artículos seleccionados

Autores	Resultados clave	Relación AI / OI
Johri <i>et al.</i> (2025).	La inteligencia artificial modera de manera positiva y significativa la relación entre la orientación hacia la innovación y el rendimiento del comercio electrónico, es decir, la presencia de AI fortalece la relación.	La inteligencia artificial funciona como impulsora de la innovación abierta.
Qu & Kim (2025).	El constructo de la AI está teniendo una influencia significativa en la innovación abierta de las MIPYMES a través de la capacidad de absorción de aprendizaje.	La inteligencia artificial funciona como una influencia significativa en la innovación abierta.

Autores	Resultados clave	Relación AI / OI
Pitakaso <i>et al.</i> (2025).	En el proceso de innovación abierta se cuenta con la participación de distintas partes interesadas en la co-creación de valor. Y se fomenta el trabajo de manera colaborativa. Con la inteligencia artificial se obtienen mejoras operativas, mejorando la eficiencia y calidad del servicio.	Inteligencia artificial en conjunto con la innovación abierta como estrategia de mejora de la eficiencia operativa (uso de ambas variables en conjunto).
Orlando <i>et al.</i> (2025).	Las colaboraciones universidad-empresa en I+D tienen un impacto positivo en la efectividad de la innovación abierta. La inteligencia artificial impulsa las colaboraciones universidad-empresa favoreciendo la comunicación, reduciendo costos, y mejorando la creación de ideas. Sin embargo, el uso excesivo de AI puede reducir la creatividad.	Innovación abierta e inteligencia artificial vinculadas en conjunto con la creación de conocimiento.
Árias-Pérez <i>et al.</i> (2025).	La capacidad de la inteligencia artificial es esencial para generar ideas y prototipos de innovación, así como para explorar rutas de explotación comercial no convencionales. Sin embargo, la experiencia humana sigue siendo esencial para extraer resultados más precisos.	La inteligencia artificial funciona como impulsora de la innovación abierta.
Bouteraa <i>et al.</i> (2024).	Se señala a Chat GPT (AI) como una plataforma de innovación abierta. Además, se establece que la innovación abierta permite aprovechar tecnologías vinculadas con la inteligencia artificial para mejorar sus operaciones.	La inteligencia artificial influencia de manera positiva la innovación abierta. La inteligencia artificial puede complementar los procesos de innovación abierta.
Corrales-Garay <i>et al.</i> (2024).	La inteligencia artificial y la innovación abierta se consideran complementarias. La innovación abierta representa un esquema de cooperación entre diferentes agentes que comparten su información y esquema de datos.	La inteligencia artificial y la innovación abierta son complementarias.

Autores	Resultados clave	Relación AI / OI
Priestley & Simperl (2022).	Los programas de innovación abierta se han orientado hacia la adopción de tecnologías relacionadas con inteligencia artificial. Los programas de innovación abierta se han orientado hacia la adopción de tecnologías relacionadas con IA.	La innovación abierta como medio para facilitar la incorporación de inteligencia artificial en el ecosistema empresarial
Dudnik <i>et al.</i> (2021).	La inteligencia artificial ha marcado los cambios en los métodos de operación de distintas industrias. Y ha generado beneficios como reducción de costos, mejora de la seguridad, y sostenibilidad de los sistemas.	Innovación abierta e inteligencia artificial usadas en conjunto para mejorar la competitividad empresarial.

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

La revisión de literatura ha contribuido en la identificación de diferentes investigaciones en las que se analiza la relación entre inteligencia artificial e innovación abierta. Estudios recientes señalan una complementariedad entre los conceptos (Bouteraa *et al.*, 2024; Johri *et al.*, 2025; Qu y Kim, 2025); se identifica que aún existen limitaciones en las metodologías y normativas existentes.

De forma general, es posible observar que una fortaleza radica en la posibilidad de utilizar la AI como elemento para potenciar el proceso de innovación abierta. Con esto, se puede facilitar la co-creación de valor y la validación de ideas (Árias-Pérez *et al.*, 2025). Además, el crecimiento de plataformas digitales y el acceso a los datos ayudan a que exista una mayor conexión entre los actores del ecosistema: empresas, universidades, etc.

Sin embargo, aún existe cierta incompatibilidad entre los modelos de innovación metodológicos tradicionales y la velocidad con que exige el uso de la AI. Desde una perspectiva empírica, se identifica una relación positiva y significativa entre la inteligencia artificial (AI) e

innovación abierta (OI). Y de los cuales se identifican de forma particular cinco ejes temáticos:

4.1. La inteligencia artificial como impulsora de la innovación abierta

Diferentes autores identifican que la AI actúa como facilitadora del proceso de innovación abierta. Desde esta perspectiva Johri et al. (2025) dejan en evidencia que la AI potencia la relación entre la orientación hacia la innovación y el rendimiento en el comercio electrónico. Lo anterior a través de su función como un elemento modulador. De forma similar, Árias-Pérez et al. (2025) identifican que la AI es fundamental para la generación de ideas, prototipos, y para la exploración de nuevas vías de explotación comercial. Sin embargo, en su estudio también abordan la necesidad de mantener el juicio humano para alcanzar la precisión en el proceso. Y aunado a lo anterior, Qu y Kim (2025) indican que la AI influye de forma significativa en la innovación abierta dentro de las PYMES. Esto mediante el fortalecimiento en su capacidad de absorción de conocimiento.

4.2. Complementariedad entre inteligencia artificial e innovación abierta

Algunos de los estudios analizados destacan que la inteligencia artificial y la innovación abierta no son conceptos aislados, sino que más bien se complementan de forma mutua. Corrales-Garay et al. (2024) señalan que la innovación abierta permite que se genere un intercambio colaborativo de datos entre diferentes actores. Mientras que, de forma específica, la inteligencia artificial puede integrarse en forma de herramienta de soporte.

De forma más precisa, Bouteraa et al. (2024) afirman que herramientas como ChatGPT funcionan como espacios para el desarrollo de la innovación abierta. Por lo tanto, la inteligencia artificial y la innovación abierta pueden trabajar de manera recíproca para la mejora de procesos organizacionales.

Sin embargo, algunos estudios advierten sobre riesgos asociados al uso intensivo de IA en procesos colaborativos de innovación. Entre estos se encuentran la reducción de la diversidad cognitiva, la dependencia tecnológica y la exposición a sesgos algorítmicos que pueden limitar la creatividad organizacional (Ebersberger *et al.*, 2024; Mitteltadt, 2023). Estos elementos muestran la necesidad de un equilibrio entre la adopción de tecnologías de IA y la preservación del capital humano creativo.

4.3. Mejora en la eficiencia operativa a través de la combinación de inteligencia artificial con innovación abierta

En este punto, Pitakaso *et al.* (2025) sugieren que se establezca un enfoque de colaboración en el proceso de innovación abierta. Y además, integrarlo con herramientas de AI permite a la empresa obtener mejoras significativas. Es decir, se puede observar aumento en la eficiencia y en la calidad del servicio. Con este enfoque se sugiere el uso conjunto de ambas variables como estrategia competitiva.

4.4. Impulso a la colaboración entre universidades-empresas

Específicamente, Orlando *et al.* (2025) señalan que la inteligencia artificial puede funcionar como elemento para mejorar la colaboración entre universidades y empresas, específicamente en los procesos de investigación y desarrollo. En este punto se facilita la comunicación, se reducen costos y se fomenta la creación de ideas. Sin embargo, se advierte de manera muy precisa que si se excede el uso de la AI en el proceso, se puede disminuir la creatividad. Para esto, los autores plantean la necesidad de un equilibrio entre el pensamiento humano y la tecnología.

4.5. La innovación abierta como una alternativa para la adopción de la inteligencia artificial

Por último, en su estudio Priestley y Simperl (2022) establecen que los programas de innovación abierta pueden facilitar la adopción de tecnologías de inteligencia artificial en entornos empresariales. Es decir, en este estudio se posiciona a la innovación abierta como un canal estratégico para incorporar de manera efectiva la inteligencia artificial.

Con base en la información anterior, es posible dar respuesta a la pregunta de investigación planteada: “¿Qué tendencias y hallazgos han sido identificados en la literatura académica con respecto a la relación de la innovación abierta con la inteligencia artificial?” A través de los cinco ejes temáticos previamente planteados es posible observar las tendencias en las relaciones entre ambas variables.

En síntesis, la revisión de la literatura permite reconocer que la inteligencia artificial y la innovación abierta no deben analizarse de manera aislada, sino como elementos interdependientes que se potencian mutuamente. Teóricamente, la IA se posiciona como un habilitador de la capacidad de absorción y de la generación de conocimiento; mientras que en la práctica, su aplicación conjunta favorece la eficiencia operativa y la colaboración estratégica entre organizaciones (Árias-Pérez *et al.*, 2025; Pitakaso *et al.*, 2025). En conjunto, estas aportaciones refuerzan la relevancia de vincular teoría y práctica en el diseño de estrategias que permitan a las organizaciones adaptarse con mayor resiliencia y competitividad en contextos globales altamente dinámicos.

5. Conclusión

A partir de la revisión de la literatura científica, se da respuesta a la pregunta de investigación a través de la identificación de patrones comunes y complementariedad entre los conceptos. La información deja en evidencia que la inteligencia artificial no solo se vincula con la innovación abierta, sino que también funciona como habilitadora e impulsora de los procesos de innovación colaborativa con un impacto

directo en aspectos relacionados con la eficiencia operativa, la generación de conocimiento y la transformación de los negocios.

Con los hallazgos identificados es posible resolver el problema planteado, al demostrar que la integración entre inteligencia artificial e innovación abierta permite que las empresas logren una adaptación más eficiente a los entornos cambiantes y dinámicos. Aspectos específicos como digitalización acelerada, necesidad de resiliencia y el desarrollo sostenible requieren del uso de procesos y herramientas específicas como la innovación abierta y la inteligencia artificial. Otro de los aspectos identificados y que se consideran como valiosos es que la inteligencia artificial y la innovación abierta no deben ser analizadas de forma aislada ni por separado. Su interacción multidisciplinaria abre nuevas rutas para la transformación de las capacidades organizacionales, los procesos colaborativos y los modelos de innovación sustentable.

Desde una perspectiva teórica, la inteligencia artificial debe iniciar a ser considerada como un elemento clave dentro del marco conceptual de la innovación abierta, específicamente como una actuación moderadora (Johri *et al.*, 2025), como facilitadora de la absorción de conocimiento (Qu & Kim, 2025) y herramienta para la generación de ideas y prototipos (Árias-Pérez *et al.*, 2025). Con estos aportes es posible expandir el conocimiento de la inteligencia artificial en la innovación abierta, incluyendo teorías como capacidades dinámicas, la gestión del conocimiento y los ecosistemas de innovación.

Como aportación, de manera conclusiva, el estudio evidencia que la integración de inteligencia artificial e innovación abierta constituye tanto una oportunidad como una necesidad para las organizaciones que buscan adaptarse a entornos cambiantes. Sus aportes teóricos fortalecen la comprensión del rol de la IA en los marcos de innovación, y sus aportes prácticos ofrecen lineamientos claros para mejorar procesos, alianzas y estrategias de adopción tecnológica (Orlando *et al.*, 2025; Bouteraa *et al.*, 2024). Desde una perspectiva práctica, se confirma que la inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio (Pitakaso *et al.*, 2025). Además, se pueden fomentar vínculos universidad-empresa gracias a la AI (Orlando *et al.*, 2025). Y puede ser utilizada como plataforma para cocrear valor (Bouteraa *et al.*, 2024). Asimismo, con esta revisión se evidencia que con ayuda de la innovación abierta se puede adoptar de forma estratégica la inteligencia artificial en distintos sectores, y particularmente

en las PYMES. También, con este análisis se ha podido tener una visión integral de la relación entre inteligencia artificial e innovación abierta.

Como recomendaciones futuras, se considera la necesidad de analizar más bases de datos. Incluir otras fuentes como Web of Science o EBSCO. También, se deberán explorar estudios longitudinales o experimentales para medir el impacto real de la innovación abierta y la inteligencia artificial en un período de tiempo más prolongado. Otra línea de investigación sería profundizar en estudios por sectores específicos, como salud, educación, industria, para la identificación de patrones y tendencias específicas en el uso de la sinergia innovación abierta e inteligencia artificial.

Finalmente, se puede considerar el desarrollo de investigaciones transdisciplinarias, con la participación de expertos en diferentes áreas como tecnología, innovación, economía, para abordar las variables desde otras perspectivas más específicas.

En futuras investigaciones, resulta pertinente abordar la relación entre innovación abierta e inteligencia artificial desde un enfoque sectorial. Ámbitos como la salud, la educación y la sostenibilidad energética ofrecen casos paradigmáticos donde la combinación de estas variables puede generar transformaciones profundas (Topol, 2023; UNESCO, 2024). Analizar comparativamente estos sectores permitirá identificar mejores prácticas y transferir aprendizajes a otras industrias.

6. Referencias

- Aldoseri, A. (2024). AI-Powered Innovation in Digital Transformation: Key pillars of a framework. *Sustainability*, 16(5), 1790. <https://doi.org/10.3390/su16051790>
- Álvarez-Aros, E. L. y Álvarez, M. (2018). Estrategias y prácticas de la innovación abierta en el rendimiento empresarial: una revisión y análisis bibliométrico. *Investigación Administrativa*, 47(121). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456054552005>
- Árias-Pérez, J., Vélez-Jaramillo, J. & Callegaro-de-Menezes, D. (2025). Leveraging artificial intelligence capability and open innovation to optimize agility: Is generative AI outmatching human expertise? *Journal of the Knowledge Economy*. <https://doi.org/10.1007/s13132-025-02799-2>

- Bouteraa, M., Chekima, B., Thurasamy, R., Bin-Nashwan, S. A., Al-Daihani, M., Baddou, A., Sadallah, M. & Ansar, R. (2024). Open innovation in the financial sector: A mixed-methods approach to assess bankers' willingness to embrace Open-AI ChatGPT. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10, 100216. <https://doi.org/10.1016/j.foitmc.2024.100216>
- Chesbrough, H. W. (2003). Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. *Harvard Business School Press*.
- Cohen, W. M., y Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Corrales-Garay, D., Rodríguez-Sánchez, J.-L. y Montero-Navarro, A. (2024). Co-creating value with artificial intelligence: A bibliometric approach to the use of AI in open innovation ecosystems. *IEEE Access*, 12, 56860–56869. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3391054>
- Duran, L. (2024). La imperativa necesidad de fomentar la investigación y desarrollo. Coparmex. Recuperado de: <https://coparmex.org.mx/la-imperativa-necesidad-de-fomentar-la-investigacion-y-desarrollo/#:~:text=La%20inversi%C3%B3n%20en%20investigaci%C3%B3n%20y,potencial%20de%20innovaci%C3%B3n%20y%20desarrollo.>
- Dudnik, O., Vasiljeva, M., Kuznetsov, N., Podzorova, M., Nikolaeva, I., Vautina, L., Khomenko, E. & Ivleva, M. (2021). Trends, Impacts, and Prospects for Implementing Artificial Intelligence Technologies in the Energy Industry: The Implication of Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 155. <https://doi.org/10.3390/foitmc7020155>
- Ebersberger, B., Blohm, I. & Chesbrough, H. (2024). Open innovation in the age of AI: Opportunities and challenges. *R&D Management*. <https://doi.org/10.1111/radm.12678>
- European Commission. (2023). Artificial Intelligence Act. Publications Office of the EU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0206>
- Floridi, L. (2024). The Ethics of Artificial Intelligence in Practice. *Oxford University Press*. <https://doi.org/10.1093/oso/9780192898050.001.0001>
- Foro Económico Mundial. (17 de octubre, 2024). Cuarta Revolución Industrial. La era inteligente: tiempo de cooperación. Recuperado de: <https://es.weforum.org/stories/2024/10/la-era-inteligente-un-tiempo-para-la-cooperacion/>
- Gobierno de Jalisco. (2022). Plan Estatal de Gobernanza y Desarrollo de Jalisco 2018-2024 - Visión 2023. Actualización. Recuperado de (15 de

- julio de 2025): <https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/03-22-22-iv.pdf>
- Halik, J. B., y Halik, M. Y. (2024). Open Innovation and Digital Marketing: A Catalyst for Culinary SMEs in Makassar. *Journal Management*, 28(3), 588-612. DOI: <http://dx.doi.org/10.24912/jm.v28i3.2059>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. & Baptista-Lucio, P. (2022). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Johri, A., Singh, R. K., Kushwaha, B. P., Alhumoudi, H., Alakkas, A. & Khoja, M. (2025). Leveraging open innovation for e-commerce success: The contingent role of accounting information systems and artificial intelligence. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10, 100737. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100737>
- Kantis, H., Menendez, C., Álvarez-Martínez, P. & Federico, J. (2023). *Colaboración entre grandes empresas y startups: una nueva forma de innovación abierta*. *TEC Empresarial*, 17(1), 70–93. <https://doi.org/10.18845/te.v17i1.6544>
- Kaplan, A., y Haenlein, M. (2018). *Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence*. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Kucharska, W., Balcerowski, T., Kucharski, M. y Jussila, J. (2024). How does the Relationship Between the Mistakes Acceptance Component of Learning Culture and Tacit Knowledge-Sharing Drive Organizational Agility? Risk as a Moderator. *Proceedings of the 25th European Conference on Knowledge Management, ECKM 2024*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4913760
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., y Shannon, C. E. (1955). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. *Dartmouth College Press*. <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>
- McKinsey Global Institute. (2023). The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. <https://www.mckinsey.com>
- Mittelstadt, B. (2023). Principles alone cannot guarantee ethical AI. *Nature Machine Intelligence*, 5(1), 8–10. <https://doi.org/10.1038/s42256-022-00607-0>
- Mulyono, H. y Syamsuri, A. R. (2023). Organizational Agility, Open Innovation, and Business Competitive Advantage: Evidence from Culinary SMEs in Indonesia. *International Journal of Social Science and Business*, 7(2), 268-275. <https://doi.org/10.23887/ijssb.v7i2.54083>
- OECD. (2023). *Main Science and Technology Indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2304277x>

- Organización de las Naciones Unidas (2024). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de (15 de julio de 2025): <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Orlando, B., Scuotto, V., Cillo, V. y Del Giudice, M. (2025). University-business R&D collaborations and innovation in light of Artificial Intelligence: A new AI-based open innovation paradigm. *The Journal of Technology Transfer*. <https://doi.org/10.1007/s10961-025-10231-9>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pitakaso, R., Golinska-Dawson, P., Luesak, P., Srichok, T., y Khonjun, S. (2025). Embracing open innovation in hospitality management: Leveraging AI-driven dynamic scheduling systems for complex resource optimization and enhanced guest satisfaction. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11, 100487. <https://doi.org/10.1016/j.oiotmc.2025.100487>
- Portocarrero, M. S. (2023). Innovación abierta: una revisión sistemática de la literatura. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(3). https://www.researchgate.net/publication/379605505_Innovacion_abierta_una_revision_sistemica_de_la_literatura
- Priestley, M., y Simperl, E. (2022). Open innovation programmes related to data and AI: How do the entrepreneurial orientations of startups align with the objectives of public funders? *Data & Policy*, 4, e16. <https://doi.org/10.1017/dap.2022.8>
- PwC. (2023). Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? PwC. <https://www.pwc.com/ai>
- Qu, C., y Kim, E. (2025). Investigating AI Adoption, Knowledge Absorptive Capacity, and Open Innovation in Chinese Apparel MSMEs: An Extended TAM-TOE Model with PLS-SEM Analysis. *Sustainability*, 17(5), 1873. <https://doi.org/10.3390/su17051873>
- Radziwon, A., Chesbrough, H., West, J. y Vanhaverbeke, W. (2024). The future of open innovation. En H. Chesbrough, A. Radziwon, W. Vanhaverbeke, y J. West (Eds.), *The Oxford Handbook of Open Innovation* (pp. 914–934). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhob/9780192899798.013.57>
- Ramadan, M., Amer, T., Salah, B. y Ruzayqat, M. (2022). The impact of integration of Industry 4.0 and internal organizational forces on sustaining competitive advantages and achieving strategic objectives. *Sustainability*, 14(10), 5841. <https://doi.org/10.3390/su14105841>

- Rich, E., Knight, K. y Nair, S. B. (2009). *Artificial intelligence* (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Rumanti, A. A., Rizana, A. F. y Achmad, F. (2023). Exploring the Role of Organizational Creativity and Open Innovation in Enhancing SMEs Performance. *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*, 9 (2). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100045>
- Russell, S. J. y Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
- Sarango-Lalangui, P., Castillo-Vergara, M., Carrasco-Carvajal, O. y Durendez, A. (2023). Impact of environmental sustainability on open innovation in SMEs: An empirical study considering the moderating effect of gender. *Heliyon*, (9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20096>
- Snyder, H. (2023). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 161, 113784. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113784>
- Srisathan, W. A., Ketkaew, C., Jitjak, W., Ngiwphrom, S., y Naruetharadhol, P. (2022). Open innovation as strategy for collaboration-based business model innovation: The moderating effect among multigenerational entrepreneurs. *PLoS ONE*, 17(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265025>
- Teece, D.J. (2007), Explicating dynamic capabilities: the nature and micro-foundations of (sustainable) enterprise performance. *Strat. Mgmt. J.*, 28: 1319-1350. <https://doi.org/10.1002/smj.640>
- Topol, E. (2023). Deep medicine revisited: How artificial intelligence can humanize healthcare. *Nature Medicine*, 29, 1–5. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02477-y>
- UNESCO. (2024). *Artificial intelligence and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org>
- Valdéz-Juárez, E. y Castillo-Vergara, M. (2020). Technological Capabilities, Open Innovation, and Eco-Innovation: Dynamic Capabilities to Increase Corporate Performance of SMEs. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(8). <https://doi.org/10.3390/joitmc7010008>
- Zahra, S. A., y George, G. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *The Academy of Management Review*, 27(2), 185–203. <https://doi.org/10.2307/4134351>

Capítulo 4

Análisis geoespacial del acceso desigual a Wi-Fi y su impacto en la exclusión digital del uso de inteligencia artificial en zonas cafetaleras de Chiapas

Ariel Vázquez Elorza¹

Resumen

En los territorios cafetaleros del estado de Chiapas, especialmente en las zonas rurales con un desarrollo social relativamente marginado, sigue existiendo una brecha significativa en el acceso a las tecnologías digitales. En este contexto, el presente estudio parte de la siguiente pregunta fundamental: ¿es posible democratizar la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la zona cafetalera del estado de Chiapas, donde persiste la desigualdad en las infraestructuras básicas?

El objetivo del estudio fue analizar el estado del acceso a la red Wi-Fi en estas zonas para revelar los fenómenos de exclusión regional

1. Doctor en Problemas Económicos Agroindustriales. Adscrito a la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca. ORCID: 0000-0002-6710-8935. Correo: avazelor@gmail.com

que impiden la integración de la IA. Para ello, se ha utilizado un método de análisis geoespacial que relacionó las variables de producción, la disponibilidad de infraestructura digital y los aspectos sociales. El estudio integra datos satelitales de 2024 y registros sociales de 2020, utilizando información geoespacial, imágenes NDVI, análisis de regresión logística y métodos de análisis espacial. También se consultaron estudios previos relacionados.

Los resultados de la investigación indican que la vegetación y la densidad de población favorecen la difusión de las redes Wi-Fi, mientras que la tasa de analfabetismo la frena de forma significativa. Este estudio contribuye a la teoría y la práctica mediante la visualización de las diferencias entre regiones y se caracteriza por la combinación de la inteligencia artificial crítica, la geografía y la justicia digital. Sin embargo, el estudio también reconoce algunas limitaciones, como la falta de datos actualizados y la existencia de zonas sin cobertura no detectadas.

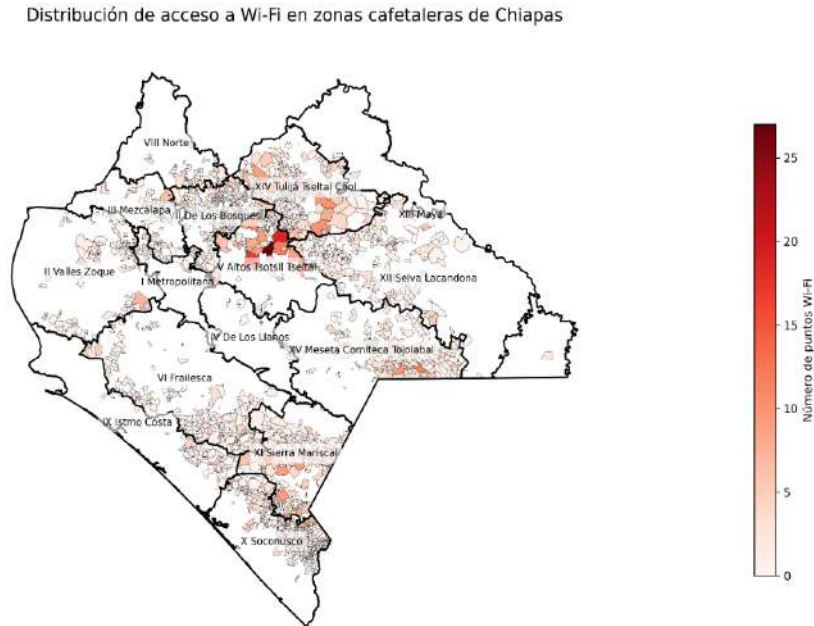
Palabras clave: Conectividad digital, Regresión logística espacial, Brecha tecnológica rural, Café y territorio, Inteligencia artificial crítica.

1. Introducción

La inteligencia artificial (IA) tiene el potencial de transformar radicalmente la producción, el conocimiento y la toma de decisiones (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2022). Sin embargo, esta transformación es obstaculizada por la falta de infraestructura (y justicia) digital básica en muchas zonas rurales de México, particularmente en el sureste mexicano. En este capítulo, se realiza un análisis crítico de la brecha entre el debate sobre el acceso a Wi-Fi, IA y las condiciones reales de acceso, como ejemplo los territorios cafetaleros del estado de Chiapas. Mediante el uso de datos oficiales abiertos y modelos estadísticos para el análisis geoespacial, se evidencia que, aunque en Chiapas hay 4,226 puntos de acceso público a internet registrados, solo el 24.9 % de las parcelas de plantaciones de café cuentan con al menos un punto de acceso wifi en sus inmediaciones o en su interior (Elaboración propia con datos del Comité Estatal de Información Estadística y Geografía de Chiapas -CEIEG- 2025). Esto es, de un total de 2,173 parcelas agrícolas, solo 541 están conectadas. Además, el retraso

medio en el desarrollo social de estas zonas de producción alcanza el 60 %, lo que agrava aún más la exclusión tecnológica (ver figura 1).

Mapa 1. Distribución de acceso a Wi-Fi en territorios de producción de café en Chiapas



Autor: Dr. Ariel Vázquez Elorza, Investigador Nacional, Universidad Tecnológica del Valle de Toluca
Fuente: CONEVAL (2020), SADER (2023), AMIDI (2025)

Fuente: Elaboración propia con datos del Comité Estatal de Información Estadística y Geografía (CEIEG de Chiapas, 2025), Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2023).

La distribución regional de la conexión Wi-Fi pone de manifiesto la existencia de una brecha estructural entre las áreas prioritarias de las políticas tecnológicas y la realidad de las zonas rurales. Desde la perspectiva de la inteligencia artificial crítica, esto plantea una pregunta fundamental: ¿es posible democratizar el uso de la inteligencia arti-

cial si la infraestructura básica sigue siendo desigual en los territorios productores de café en Chiapas? Generalmente, las investigaciones académicas y la empresa privada analizan en tiempo real las nuevas corrientes y acciones tecnológicas, como es la IA; sin embargo, los tiempos de su aplicabilidad, utilización real y puesta en marcha de las innovaciones entre los pequeños productores rurales campesinos tardan sobremanera en ser apropiadas realmente, tal como es el caso de la mayoría de los cafecultores.

El objetivo de este ensayo argumentativo de tipo científico-técnico con base empírica es identificar el acceso a Wi-Fi y la exclusión territorial de la inteligencia artificial en territorios de café en Chiapas utilizando un análisis geoespacial. La identificación del fenómeno de exclusión de conectividad regional aporta elementos necesarios para los hacedores de políticas públicas y que puedan mejorar el diseño de una estrategia más inclusiva. La introducción de tecnologías avanzadas requiere una base sobre las condiciones materiales, sociales y regionales en las que se apliquen y se beneficien los pequeños productores rurales campesinos. Por lo tanto, este artículo propone una perspectiva basada en situaciones concretas, cuestiona la hipótesis universalista de la inteligencia artificial y reconoce que el conocimiento, la productividad y la innovación también se construyen a partir de las circunstancias locales.

2. Desarrollo

Contexto y problematización. En México, existe una gran brecha entre el debate sobre la revolución digital y la difusión de la inteligencia artificial (IA) en las zonas rurales, lo que contrasta con los avances logrados en los ámbitos gubernamental y empresarial. Vargas-Canales (2023) señala que la mayoría de los pequeños productores se encuentran en un nivel bajo en cuanto a la adquisición, el uso y la comprensión de las tecnologías digitales (incluidas la inteligencia artificial -IA- y la agricultura de precisión). Esto se debe principalmente a las siguientes condiciones estructurales: falta de nivel educativo y formación técnica; falta de conexión a internet y cobertura de señal; falta de datos geoespaciales o de sistemas locales adaptados a las condiciones reales

y ausencia de políticas eficaces de inclusión digital rural. Además, al analizar la conectividad en las zonas rurales, especialmente en las regiones cafetaleras de Chiapas, se evidencia la existencia de condiciones estructurales señaladas anteriormente que obstaculizan la introducción de nuevas tecnologías. La región tiene una alta productividad agrícola y ricos recursos bioculturales, pero el acceso a la infraestructura digital básica, incluida Internet, es muy limitado.

El enfoque de análisis geoespacial crítico busca explorar la relación entre el acceso a la conectividad (Wi-Fi público) y las condiciones estructurales de atraso social, con el objetivo de determinar si estas zonas cuentan con la base material suficiente para debatir sobre el acceso a la inteligencia artificial. Es necesario señalar que, a pesar de que Chiapas es la principal zona cafetalera del país, la mayoría de los productores campesinos carecen de acceso a la conectividad, por lo que quedan excluidos del actual proceso de digitalización agroalimentaria.

Sobre la base de información del CEIEG (2025), sólo el 24.9 % de los polígonos de producción de café tienen acceso a Internet (Wi-Fi), y el retraso medio en el desarrollo social de estas zonas supera el 60 %. Esta situación está agravando la brecha del conocimiento. Considerando que la inteligencia artificial depende de los datos, los procesos digitales y el acceso a la información, ¿qué tipo de ciencia podemos construir en zonas que carecen de conexión? Este estudio plantea una pregunta clave: ¿podemos hablar de inteligencia artificial inclusiva en regiones donde las condiciones materiales y sociales ni siquiera permiten el acceso a la infraestructura digital básica?

Antecedentes del estado de la cuestión. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha advertido que “para que la adopción de tecnologías digitales de información y comunicación pueda ser apropiada por cada cultura en sus propios términos, es necesario reconocer las necesidades expresadas por los pueblos indígenas” (González Zepeda y Martínez Pinto, 2023, p.13). Asimismo, enfatiza que la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) señala que el 40% de la población de la región cuenta con conocimientos básicos de informática. De ellos, menos del 30% domina el manejo de hojas de cálculo. Menos del 25% sabe cómo instalar nuevos dispositivos o software, y en todos los países de la región, solo el 7% afirma saber programar en lenguajes de programación (CEPAL, 2021).

Barro-Ameneiro (2025) establece que la digitalización y la inteligencia artificial (IA) están transformando la sociedad de manera permanente y fundamental; no obstante, se considera que se trata de un cambio positivo, pero también está ampliando las desigualdades existentes y generando nuevas. En relación con estos efectos externos positivos, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) cita la opinión del Instituto Internacional de Cooperación Agrícola (IICA) y señala que, en el ámbito del comercio agrícola, las oportunidades de la transformación digital son especialmente notables, ya que permiten aumentar la producción del 50 % a un 80 % y reducir los costos hasta en un 40 % (BID, 2022).

En el caso de los productores de café en Chiapas, las relaciones mencionadas aún están muy lejos de alcanzarse. Por su parte, Alerta Chiapas (2025) evidencia que el 69 % de los municipios del estado de Chiapas se encuentran en una situación de marginación alta o muy alta, y el estado se enfrenta a un notable problema de brecha tecnológica. La falta de infraestructuras y las limitaciones en la conexión a Internet restringen considerablemente las oportunidades de desarrollo de las zonas rurales. Esta situación limita el acceso a la educación, oportunidades de acceder a los agronegocios, así como a la utilización de plataformas de IA para beneficios de la producción rural.

Descripción del estado del arte de la Inteligencia artificial crítica y justicia territorial. Estudios recientes (Finol y Yáñez, 2025; Morales y Torres, 2025; Taylor et al., 2025) proponen un enfoque crítico de la IA que no solo se centra en algoritmos y eficiencia, sino en las condiciones materiales, políticas y sociales que permiten su desarrollo. Al reorientar la justicia de datos hacia la inteligencia artificial, estas directrices se centran en la protección y el fortalecimiento de la infraestructura y los recursos públicos, así como en el cumplimiento de la responsabilidad global. Por tanto, es muy importante que la inteligencia artificial sea utilizada para mejorar las condiciones productivas de café, fortaleciendo la eficiencia de los recursos, y con ello, el mejoramiento de las condiciones de bienestar de los pequeños productores rurales campesinos.

Agrointeligencia, cafecultora y digitalización. Largo Ávila et al. (2025) han explorado el potencial de la agricultura digital en cafetales latinoamericanos; al respecto señalan que, en Colombia, en comparación con Brasil, los investigadores colombianos están teniendo un impacto significativo en la creación de conocimiento sobre la aplicación

de la inteligencia artificial en el sector cafetalero. Además, el estudio identifica áreas de investigación como el análisis de mercado mediante aprendizaje automático, tecnologías útiles para la detección de enfermedades y la mejora de la eficiencia de la producción, métodos algorítmicos para resolver los retos de esta industria agrícola y la administración integral del medio ambiente y la producción agrícola mediante el uso de la teledetección y la inteligencia artificial. Por el contrario, Cruz y Aedo (2021, p. 33) señalan que sólo el 3% de los hogares rurales de México cuenta con equipos de computadora, 13.5% con laptop y el 8.7% son tabletas. Entre estos hogares, aproximadamente el 50% de los usuarios afirmó utilizar estas tecnologías a diario, seguidos por el 36.5% que las utiliza más de una vez a la semana.

Este estudio demuestra, a través de un análisis empírico geoespacial, que en su mayoría, los productores rurales de café de Chiapas están aislados debido a las deficientes condiciones de conectividad; tampoco pueden beneficiarse de la IA. Por lo tanto, tiene un valor importante y propone un método de análisis geoespacial que combina datos abiertos, modelos estadísticos (modelos de regresión logística) y visualización espacial, con el objetivo de revelar las desigualdades potenciales en materia de conectividad y acceso a la IA. Este estudio trata de ofrecer una nueva perspectiva para reconsiderar el marco de la inclusión digital y propone un enfoque integral centrado no solo en los aspectos comerciales y técnicos, sino también en los aspectos regionales.

Metodología

Justificación del enfoque metodológico. Se utilizó un enfoque geoespacial cuantitativo para estimar y explicar la probabilidad de acceso a la conectividad digital (Wi-Fi) en las zonas cafetaleras del estado de Chiapas. La elección de esta metodología se basó en la necesidad de incrementar el conocimiento sobre la presencia de la brecha digital desde una perspectiva empírica a nivel regional espacial, y construir un marco analítico replicable que integrara datos sociales, económicos, tradicionales (Mejía-Trejo, 2021, pp. 1-8) y espaciales. El método cuantitativo adoptado se basó en observaciones georreferenciadas para establecer una relación causal probabilística entre variables estructu-

rales (la dinámica demográfica o la marginación) (Pérez *et al.*, 2025) y la presencia o ausencia de infraestructura tecnológica.

Los análisis espaciales se focalizan en los polígonos productivos de café en Chiapas. El uso de la tecnología digital no es aleatorio, sino que está influido por las condiciones locales y las impuestas por la cadena de valor (Cruz y Aedo, 2021), los patrones de distribución de los servicios y los factores del entorno social (incluyendo los de carácter de decisiones sociopolíticas para reducir la brecha digital rural campesina, es decir, el desarrollo institucional). Estudios previos (Huenchuan y del Castillo Negrete, 2023) han documentado cómo la brecha digital agrava las desigualdades estructurales, lo cual es especialmente notable en las zonas rurales de América Latina. Sobre esta base, se propone un diseño metodológico que combina información vectorial, imágenes de teledetección e inferencia estadística, con el objetivo de identificar los factores relacionados con la exclusión o la inclusión digital desde una perspectiva regional.

Técnicas de análisis utilizadas. La metodología se desarrolló en tres fases:

- a. *Integración geoespacial de datos.* Se conjuntaron diversas fuentes de datos vectoriales y ráster en un sistema de referencia común (EPSG:4326), uniendo archivos georreferenciados, tales como: puntos de acceso Wi-Fi; polígonos de producción de café; localidades con índice de rezago social en las producciones; Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) (Lozano Rodríguez *et al.*, 2025). Además, a través de intersecciones espaciales y cálculos regionales, se obtuvieron indicadores para cada territorio productivo: NDVI promedio (Franz *et al.*, 2025) como proxy de salud vegetal en 2024 (Vázquez-Elorza, 2021); población total y número de personas analfabetas de 15 años o más mediante intersección con localidades de 2020 (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), 2023).
- b. *Modelo de Regresión Logística clásico para Conectividad Wi-Fi en territorios productores de café en Chiapas.* Se construyó una variable binaria (`wifi_cerca`) para indicar si existe o no conexión Wi-Fi dentro de cada polígono (1 significa que existe, 0 significa que no existe). Esta variable se utilizó como variable dependiente en el modelo de regresión logística. Este modelo se empleó para evaluar si los factores estructurales tienen un efecto significativo

en la conectividad digital en la producción de café del estado de Chiapas. Se utilizó un mapa temático para visualizar las estimaciones de la probabilidad de conexión Wi-Fi en cada región y se comparó la relación entre la cobertura vegetal, la productividad y la presencia de tecnología mediante un mapa estático NDVI. Este método, que integra tecnología geoespacial, indicadores sociales y herramientas estadísticas, ofrece una perspectiva innovadora para comprender cómo se distribuye la infraestructura digital en función de las variables relacionadas con el desarrollo regional.

Tabla 1. Variables del modelo *logit* focalizadas en zonas productoras de café

Variables	Tipo	Descripción
*NDVI_mean	Independiente	Índice de vegetación promedio
POB_TOTAL	Independiente	Población total
POB15ANALF	Independiente	Personas de 15 años o más analfabetas
Wi-Fi_cerca	Dependiente (binaria)	1 si hay punto Wi-Fi, 0 en caso contrario

*Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. Se utiliza para cuantificar la biomasa fotosintéticamente activa en las plantas.

Modelo de regresión logística

Se ha elegido la regresión logística como principal técnica de modelización, donde la variable dependiente es binaria (si hay o no un punto de acceso Wi-Fi en los polígonos cafetaleros). Long y Freese (2014, p. 187) estipulan que el modelo de regresión logística (MRL) puede utilizarse para determinar la probabilidad de que se produzca un fenómeno y, mediante el uso de indicadores binarios, decidir si se adopta un modelo de selección aleatoria o un modelo de selección discreta. Por su parte, Núñez *et al.* (2011) señalan que el modelo de regresión logística es adecuado cuando se trata de criterios de evaluación binarios. La razón de probabilidades (odds ratio) representa el cambio en la tasa de ocurrencia de un fenómeno cuando cambia la variable independiente, y se denomina odds ratio (OR) (Long y Freese, 2014).

La probabilidad de que exista conectividad Wi-Fi en el polígono i se modela como: $\mathbb{P}(\text{wifi_cerca}_i = 1) = \frac{1}{1 + \exp(-Z_i)}$ donde Z_i es una combinación lineal de las variables independientes: $Z_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{NDVI_mean}_i + \beta_2 \cdot \text{POB_TOTAL}_i + \beta_3 \cdot \text{POB15ANALF}_i$. El β_0 refleja el intercepto del modelo (constante); los $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ son los coeficientes que miden el efecto marginal de cada variable estructural sobre la probabilidad de presencia de Wi-Fi; la función logística asegura que la probabilidad estimada esté entre 0 y 1. La interpretación de los coeficientes se realiza en términos del logaritmo del cociente de probabilidades (log-odds).

- c. *Análisis espacial y modelo SAR.* Para evaluar si existe dependencia espacial en los residuos del modelo, se aplicó la prueba de autocorrelación global de Moran (1948), obteniéndose un valor de 0.1823 y un valor $p < 0.01$. Este resultado indica la existencia de una estructura espacial significativa, por lo que se verificó el modelo SAR (retardo espacial) y se adoptó una matriz de ponderación de vecindad de tipo contigüidad de la reina (Queen contiguity) (Kelejian y Prucha, 1998). El modelo SAR tiene un ajuste global bajo ($R^2 = 0.1707$) y existen múltiples áreas aisladas no contiguas (polígonos de producción de café), lo que reduce la capacidad interpretativa del modelo espacial. Esta clase de situación presenta las dificultades de aplicar modelos espaciales en áreas con baja densidad o producción dispersa (Anselin *et al.*, 2008, p. 200). Teniendo en cuenta su mayor capacidad predictiva, solidez y claridad explicativa, se decidió mantener el modelo *logit* clásico como modelo principal, debido a su mayor capacidad explicativa y claridad. No obstante, para futuras investigaciones se invita a identificar la estructura espacial en estudios regionales similares, especialmente cuando se identifican patrones de dependencia espacial más cercanos entre los territorios a estudiar.

Resultados

Para estimar la probabilidad de que las zonas cafetaleras estén cerca de redes Wi-Fi, se construyó un modelo de regresión logística que integra variables sociodemográficas y ambientales (ver tabla 2). Este modelo se emparejó con una base de datos geoespacial que contiene

2,173 observaciones y, tras siete iteraciones, alcanzó una convergencia satisfactoria (log-verosimilitud = -1.159,8).

Tabla 2. Resultados del modelo logístico

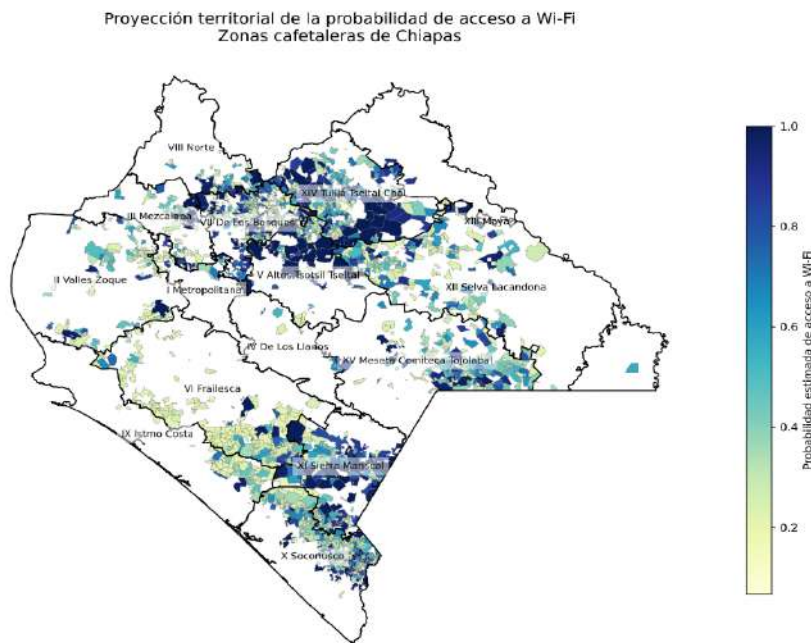
Variable	Coficiente	Error estándar	Valor-z	p-valor	IC 95%
Constante	-1.4307	0.105	-13.576	<0.001	[-1.637, -1.224]
NDVI_mean	0.0374	0.016	2.398	0.017	[0.007, 0.068]
POB_TOTAL	0.0023	0.000	16.874	<0.001	[0.002, 0.003]
POB15ANALF	-0.003	0.001	-4.45	<0.001	[-0.004, -0.002]

Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo de regresión logística.

Este modelo arroja un valor R^2 de 0.2113, lo que demuestra su excelente capacidad explicativa en el análisis de regresión logística sobre la conectividad y del medio ambiente regional. Las dos variables NDVI_mean (salud de la vegetación de las plantaciones de café) y POB_TOTAL (población total) tienen un impacto positivo significativo, lo que indica que cuanto mayor es la cobertura vegetal y la densidad de población, mayor es la probabilidad de conexión Wi-Fi en las zonas vecinas. Respecto al NDVI, podría estar relacionado con la existencia de planes de desarrollo rural municipales, que incluyen el aumento de cooperativas, la infraestructura tecnológica, educación digital o la probabilidad de instalar antenas, redes comunitarias y conexión digital. Por otro lado, la tasa de analfabetismo de la población mayor de 15 años muestra una correlación negativa significativa con la probabilidad de conexión Wi-Fi.

El mapa 2 muestra la distribución regional de la posibilidad de acceso a Wi-Fi en los territorios productores de café del estado de Chiapas, calculada a partir de un modelo de regresión logística que incluye factores principales como la productividad vegetal (NDVI_mean), el tamaño de la población (POB_TOTAL) y el retraso en el nivel educativo (POB15ANALF).

Mapa 2. Proyección territorial de la probabilidad de acceso a Wi-Fi en Zonas cafetaleras de Chiapas.



Autor: Dr. Ariel Vázquez Elorza, Investigador Nacional, Universidad Tecnológica del Valle de Toluca
Fuente: CONEVAL (2020), SADER (2023), AMIDI (2025)

Fuente: Elaboración propia sobre la base del modelo de regresión logística.

A diferencia de los mapas de conectividad observados en el mapa 1, esta representación permite identificar las zonas que actualmente carecen de conectividad, pero que tienen un alto potencial de conectividad, revelando así la estructura más compleja del acceso digital. En las regiones de I-Metropolitana, Altos de Zocotil-Seltar, Soconusco y Sierra Marcial, la posibilidad de conexión es alta, mientras que en algunas zonas de XIII Maya, Selva Lacandona y Zocotil-Valles se observa una posibilidad de conexión significativamente menor. Este patrón indica que las condiciones estructurales de las regiones tienen un impacto significativo en las oportunidades de inclusión digital, especialmente en las zonas atrasadas donde la presencia del Estado es débil, lo que abre

la oportunidad de elaborar planes más estratégicos para la expansión de la infraestructura tecnológica. En las zonas con altos índices de analfabetismo, generalmente carecen de servicios básicos, infraestructura tecnológica y redes de comunicación, lo que reduce la viabilidad y la demanda de la implementación de redes Wi-Fi.

4. Discusión

El estudio sobre el impacto de la desigualdad en el acceso a Wi-Fi en los territorios cafetaleros del estado de Chiapas, en la exclusión regional de la inteligencia artificial, abre un amplio campo de reflexión sobre las limitaciones estructurales que enfrenta la transformación digital en las zonas rurales de México. Al mismo tiempo, genera oportunidades de análisis detallado de las barreras que dificultan el acceso a la tecnología en estas áreas y la necesidad de estrategias efectivas para superar estas limitaciones. Los resultados del modelo de regresión logística y del análisis espacial mostraron que la conectividad no solo es desigual, sino que también está fuertemente influenciada por las condiciones de marginación socioeconómica, ambiental e histórica. Sobre esta base, se propone un debate que abarca tres niveles: metodológico, estructural y de perspectivas.

Subtemas de discusión

Robustez y limitaciones de las herramientas de medición espacial como modelo de regresión logística. El modelo de regresión logística aplicado muestra una capacidad explicativa adecuada (R^2 falso = 0.2113) y permite explicar la relación entre las variables estructurales (NDVI, POB_TOTAL, POB15ANALF) y la probabilidad de conectividad, lo que resulta de gran utilidad para la comprensión del fenómeno en cuestión. Sin embargo, este modelo tiene limitaciones inherentes, ya que no incluye variables importantes como la existencia de infraestructura local, las políticas municipales o los datos cronológicos de inversión digital, lo que puede ser un problema en el momento de realizar un análisis completo. Ade-

más, el modelo clásico no incorpora la autocorrelación espacial de forma estructural, pero el modelo SAR sí lo hace. A pesar de que el valor R^2 de este último es bajo, esto resalta la importancia de una estrategia que combine la confiabilidad de las predicciones con la puntualidad a nivel regional.

Reproducción de la desigualdad en las zonas rurales como exclusión digital. Las disparidades en la conectividad de la región cafetalera del estado de Chiapas son una manifestación de la desigualdad estructural, que se refleja en la falta de oportunidades y en las diferencias en el acceso a servicios básicos como la educación, la sanidad y las infraestructuras, lo que agrava las disparidades económicas y sociales de la región (Sánchez-Alcalde *et al.*, 2025). Las zonas con valores NDVI más altos y mayor densidad de población tienen una mayor accesibilidad en materia de conectividad, lo que puede interpretarse como un indicio de una mayor presencia institucional y una mayor fortaleza económica. Sin embargo, existe una correlación negativa entre las altas tasas de analfabetismo y la conectividad, lo que agrava los problemas de educación, acceso a la información y exclusión regional. Esto pone de manifiesto que la conectividad digital no es una mera cuestión técnica, sino un grave problema de concientización política y cultural.

Marco de información geográfica. El modelo de referencia propuesto representa un marco de información social-geográfica que combina los siguientes elementos: 1. Datos satelitales (NDVI, cobertura del suelo, clima); 2. Indicadores económicos estructurales (población, tasa de alfabetización); 3. Herramientas estadísticas espaciales (regresión logística, índice de Moran, autorregresión espacial), y 4. Visualización explicativa (mapas comparativos). Este modelo tiene como objetivo evidenciar las desigualdades potenciales en el acceso digital y proporcionar pruebas referidas a los polígonos de producción de café para el diseño de políticas públicas de conectividad.

Aportaciones del estudio. a) Contribución teórica: Este artículo contribuye a la investigación de vanguardia en el campo del análisis de la brecha digital al proponer un método crítico regional que integra tecnología de teledetección, datos socioeconómicos y modelos estadísticos. El modelo es escalable y puede aplicarse a otras zonas rurales, además de sugerir, desde una perspectiva de geografía

crítica, la posibilidad de replantear el concepto de justicia digital.

b) Contribución práctica: Desde el punto de vista del análisis de la situación actual, este estudio identifica las zonas con conectividad insuficiente y las zonas con conectividad elevada en las regiones productoras de café. Esta información puede utilizarse para promover de forma prioritaria la construcción de infraestructuras tecnológicas en el estado de Chiapas, así como para diseñar intervenciones de inclusión digital más precisas y adaptadas a la realidad de la región, principalmente como una medida de fortalecimiento productivo y de competitividad sectorial.

5. Conclusión

¿Podemos hablar de inteligencia artificial inclusiva en regiones donde las condiciones materiales y sociales ni siquiera permiten el acceso a la infraestructura digital básica? En este caso en Chiapas, los resultados indican que, a pesar de las limitaciones estructurales, se puede avanzar en la reducción de la brecha digital mediante el uso estratégico de datos abiertos, educación y capacitación, modelos regionales y enfoques contextualizados. Indicadores como el estado de la vegetación (NDVI), la densidad de población y el nivel educativo influyen significativamente en el acceso a la Wi-Fi. Por lo tanto, aunque la democratización de la IA se enfrenta al reto que supone la desigualdad en las infraestructuras, si se toma la desigualdad regional como punto de partida para el diseño tecnológico, se abren oportunidades de intervención para el diseño e implementación de políticas públicas de conectividad en la cadena de valor y economía agrícola del sector.

Por otra parte, existen regiones en Chiapas con condiciones estructurales que afectan al acceso digital. A nivel teórico, se propuso un método de análisis regional replicable hacia otras regiones basado en datos abiertos, modelos de econometría geoespacial e indicadores de teledetección. A nivel práctico, se identificaron polígonos productivos de café con potencial de conexión, lo cual es útil para focalizar intervenciones más eficaces y equitativas público-privadas. La contribución de este estudio radica en la integración de variables ambientales,

sociales y tecnológicas para comprender un problema que depende en gran medida del territorio específico.

Las principales limitaciones incluyen la falta de datos de series temporales para observar los cambios en la conectividad, la falta de variables regulatorias o de los gobiernos locales y la imposibilidad de modelar completamente la autocorrelación espacial debido a la naturaleza dispersa de los polígonos cafetaleros. Sin embargo, el método utilizado demuestra que, incluso con información limitada, es posible construir modelos robustos para el análisis regional de la brecha digital para los pequeños productores de café.

Se recomienda profundizar en el método de modelización espacio-temporal, incorporando variables institucionales y de inversión pública, y ampliar la escala de análisis al nivel nacional. Además, se recomienda incorporar la perspectiva de los actores regionales mediante métodos mixtos para enriquecer la interpretación regional. Por último, se recomienda evitar la aplicación generalizada de sistemas de inteligencia artificial y tener en cuenta las condiciones regionales y de los productores rurales campesinos para evitar la reproducción de la brecha tecnológica.

6. Referencias

- Alerta Chiapas. (2025, enero 18). *La brecha digital en Chiapas: Marginación y desconexión tecnológica*. <https://alertachiapas.com/2025/01/18/la-brecha-digital-en-chiapas-marginacion-y-desconexion-tecnologica/>
- Anselin, L., Gallo, J. L. & Jayet, H. (2008). Spatial panel econometrics. En *The econometrics of panel data* (pp. 625-660). Springer.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2022). *Transformación Digital de Agronegocios en América Latina y el Caribe*. <https://events.iadb.org/calendar/event/25862?lang=es>
- Barro Ameneiro, S. (2025). La sociedad digital es más desigual. *Información Comercial Española Revista de Economía*, 938. <https://doi.org/10.32796/ice.2025.938.7890>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), O. (2021). *Informe sobre la Séptima Conferencia Ministerial sobre la Sociedad de la Información de América Latina y el Caribe*. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-cepal-11362-46745/Description>

- Comité Estatal de Información Estadística y Geografía (CEIEG) de Chiapas. (2025, junio 10). *Bases e indicadores sociales de Chiapas*. <https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2023). *Plataforma para el Análisis Territorial de la Pobreza (PATP)*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Plataforma-Analisis-Territorial-de-la-Pobreza.aspx>
- Cruz, S. & Aedo, M. (2021). *Análisis de las políticas públicas e iniciativas privadas que apoyan el uso de las tecnologías digitales en las mipymes agrícolas y agroindustriales en México*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/b3b90101-a11a-412c-a6aa-d2a2978b3d30/content>
- Finol, J. P. C. & Yáñez, O. (2025). Ecosistemas humanos: Navegando la complejidad en la intersección de las Ciencias Sociales. *Revista Ethos*, 16(1), 54-79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14947600>
- Franz, A., Sowi ski, J., Głogowski, A. & Fiałkiewicz, W. (2025). A Preliminary Study on the Use of Remote Sensing Techniques to Determine the Nutritional Status and Productivity of Oats on Spatially Variable Sandy Soils. *Agronomy*, 15(3), 616. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030616>
- González Zepeda, L. E. & Martínez Pinto, C. E. (2023). *Inteligencia artificial centrada en los pueblos indígenas: Perspectivas desde América Latina y el Caribe* (p. 53). UNESCO Office Montevideo and Regional Bureau for Science in Latin America <http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1758>
- Huenchuan, S. & del Castillo Negrete, M. (2023). *Desigualdad en Centroamérica, México y el Caribe: Análisis de brechas y recomendaciones*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/1e0d0709-0798-4daa-a4db-628d80804091/content>
- Kelejian, H. H. & Prucha, I. R. (1998). A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(1), 99-121.
- Largo Avila, E., Suárez Rodríguez, C. H. & Arango Espinal, E. (2025). Transformación digital: Evolución de las aplicaciones de inteligencia artificial en la industria del café. *Ingeniería y Desarrollo*, 43(1), 64-83. <https://doi.org/10.14482/inde.43.01.445.864>
- Long, S. & Freese, J. (2014). *Regression Models for Categorical Dependent Variables*. Stata Press, College Station.
- Lozano Rodríguez, P. X., Forio, M. A. E., Ayala Izurieta, J. E., Flores Mancheno, A. C., Armas Armas, M. A., Flores Cantos, V. F., Jara Santillán, C. A. &

- Goethals, P. (2025). Assessing the Spatio-Temporal Dynamics of Ecuadorian Andean Peatlands Using Multispectral Indicators and Environmental Modelling. Available at SSRN 5279143, 57. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5279143>
- Mejía-Trejo, J. (2021). Protection of Traditional Knowledge and its Resulting Innovation. *Scientia et PRAXIS*, 1 (01): 1-8. <https://doi.org/10.55965/setp.1.01.a1>
- Morales, A. F. T. & Torres, W. V. (2025). Impacto de la IA Inteligencia Artificial en el Consumo de la Información sobre Geopolítica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3), 7611-7632. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/18387/26326>
- Moran, P. A. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2), 243-251. <http://www.jstor.org/stable/2983777>
- Núñez, E., Steyerberg, E. W. & Núñez, J. (2011). Estrategias para la elaboración de modelos estadísticos de regresión. *Revista española de cardiología*, 64(6), 501-507.
- Pérez, G. M., Mendoza, K. V. & Valverde, S. A. (2025). Evaluación del comportamiento del índice de humedad y vegetación en un cultivo de café por medio de sensores remotos utilizando Vehículos Aéreos no Tripulados. *Tecnología en Marcha*, 38(2), 63-76. <https://doi.org/10.18845/tm.v38i2.7133>
- Sánchez-Alcalde, L. A., Aguilera-Fernández, A. & Pérez-Méndez, M. A. (2025). Desigualdad territorial en la conectividad de los hogares mexicanos entre 2015 y 2021: Una aproximación desde la estadística espacial. *Estado & comunes*, 2(21), 149-172. https://doi.org/10.37228/estado_comunes.414
- Taylor, L., Souza, S. P. de, Martin, A. & Solano, J. L. (2025). Governing artificial intelligence means governing data: (Re)setting the agenda for data justice. *Dialogues on Digital Society*, 0(0), 1-18. <https://doi.org/10.1177/297686402413068>
- Vargas-Canales, J. M. (2023). Technological capabilities for the adoption of new technologies in the agri-food sector of Mexico. *Agriculture*, 13(6), 1177. <https://doi.org/10.3390/agriculture13061177>
- Vázquez-Elorza, A. (2021). Regional Wealth with Biodiversity and Socioeconomic Marginality. *Scientia et PRAXIS*, 1(1), 9-16. <https://doi.org/10.55965/setp.1.01.a2>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 5

La inteligencia artificial en la transformación de la responsabilidad social empresarial: aproximaciones teóricas a la innovación sostenible

Marisol Mozqueda Contreras¹
Alejandro Campos Sánchez²

Resumen

En un contexto globalizado, la incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) está transformando el entorno empresarial, dando paso a una nueva era de innovación centrada en la sostenibilidad y la gestión estratégica. La IA plantea una nueva realidad para las empresas; sin embargo, los desafíos asociados a su adopción son cada vez más evidentes, especialmente en escenarios donde entran en juego

-
1. Universidad de Guadalajara. <https://orcid.org/0009-0008-0596-3670>. marisol.mozqueda9078@alumnos.udg.mx
 2. Universidad de Guadalajara. <https://orcid.org/0000-0001-8768-3104>. a.campos@cucea.udg.mx

la ética, las buenas prácticas y la automatización de procesos. Estos retos exigen que los empresarios actúen con un firme compromiso hacia la responsabilidad social y la sostenibilidad. Integrar inteligencia artificial en los procesos empresariales representa una oportunidad estratégica, pero también un desafío para la Responsabilidad Social Empresarial, que debe garantizar que la tecnología se utilice de forma ética, transparente y en beneficio de todos los grupos de interés.

Pero, ¿cómo es que se relaciona el uso de la IA con las prácticas de RSE? El presente documento tiene como objetivo contribuir a resolver dicha cuestión, ofreciendo una aproximación teórica a la relación entre la IA y la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), desde una perspectiva de innovación sostenible. A través de una metodología cualitativa basada en el análisis de una revisión de literatura mediante la técnica PRISMA, entre los años 2010 y 2025, se concluye que existe, en el periodo analizado, un cuerpo de literatura creciente en cantidad, profundidad e impacto sobre los retos y desafíos de la integración de herramientas de IA en diversos procesos empresariales, y que estos pueden fortalecer las prácticas de RSE, siempre que se adopten desde un enfoque sostenible e innovador.

Este trabajo constituye una aportación teórica a la investigación de frontera e interdisciplinaria entre dos temas de vanguardia que resultan fundamentales para el desarrollo económico y social de las regiones, además de servir como sustento teórico para el desarrollo de modelos de implementación de IA con enfoque de RSE para las organizaciones.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Responsabilidad Social Empresarial, Innovación Sostenible.

1. Introducción

Aunque en 2022 casi el 90 % de los directivos de empresas con más de 100 millones de dólares en ingresos reconocieron que los esfuerzos de Inteligencia Artificial Responsable y de Responsabilidad Social Empresarial están conectados (Davenport & Mittal, 2023), y el 75 % de los ejecutivos de nivel C-suite no cree que su empresa pueda alcanzar sus objetivos de sostenibilidad sin la inteligencia artificial (edX, 2024),

persiste aún una brecha significativa, tanto en el entendimiento de la relación entre estos fenómenos como en su implementación práctica.

En un contexto globalizado y dinámico, marcado por desafíos apremiantes como el cambio climático y la crisis de recursos, la Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una tecnología de potencial disruptivo que está transformando profundamente el entorno empresarial (Urdaneta y Pertuz, 2024). Esta transformación da paso a una nueva era de innovación, centrada en la sostenibilidad y la gestión estratégica. La IA se posiciona como una herramienta esencial para fomentar el desarrollo sostenible, optimizar la eficiencia operativa y alinear los modelos de negocio con los objetivos ambientales, sociales y económicos.

Sin embargo, la incorporación de la IA en el ámbito organizacional no está exenta de desafíos; surgen interrogantes cruciales en torno a la ética, las buenas prácticas y la automatización de procesos, lo que exige un firme compromiso por parte de los líderes empresariales con la responsabilidad social y la sostenibilidad (Moro-Visconti *et al.*, 2023). A pesar de su reconocido potencial, la literatura actual ha señalado una brecha significativa en la investigación empírica sobre cómo la IA contribuye a la creación de propuestas de valor y su integración práctica alineada con la estrategia organizacional. La novedad de estas tecnologías y la consecuente falta de análisis o métricas integrales para abordar y medir el impacto de la IA en términos de sostenibilidad, ética y gestión empresarial es notable. Además, la implementación de la IA conlleva barreras económicas y operativas, incluyendo costos de hardware, software, la interrupción temporal de procesos, la pérdida de productividad y la necesidad de capacitación del personal.

En este escenario, y ante el planteamiento de la interrogante *¿cómo se relaciona el uso de la IA con las prácticas de RSE en las empresas?*, el presente documento tiene como objetivo, mediante la exploración de la literatura, plantear una aproximación teórica a la relación entre la Inteligencia Artificial (IA) y la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), desde la perspectiva de la innovación sostenible. Reconociendo que la innovación sostenible, al converger con la RSE, aborda de manera general las dimensiones ecológicas, sociales y económicas de la actividad empresarial. Este enfoque favorece la optimización de procesos y la promoción de prácticas responsables, al tiempo que garantiza la rentabilidad económica y el bienestar social. La novedad y dinamismo de estos temas, permiten que las reflexiones plasmadas en este trabajo

ofrezcan un enfoque original e innovador para la posible implementación de estrategias sostenibles en la aplicación de la IA en las empresas.

2. Desarrollo

2.1. Perspectivas globales

En el contexto global de los últimos años, caracterizado por el cambio climático y la crisis de recursos (United Nations [UN], 2024), la sostenibilidad es un fenómeno multidimensional que suele combinarse con el desempeño ambiental (Zhang *et al.*, 2024) y representa un pilar fundamental en la gestión de estrategias destinadas a garantizar la conservación del planeta pensando en las futuras generaciones (Saxena *et al.*, 2024). De manera paralela, la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) ha experimentado una transformación significativa en los últimos años, fomentada principalmente por las nuevas tecnologías como catalizadoras e impulsoras hacia la adopción de nuevos enfoques (El Medaker *et al.*, 2024), así como la integración de prácticas sostenibles en los modelos empresariales (Kitsios y Kamariotou, 2021).

De esta forma, la convergencia entre sostenibilidad y tecnología ha redefinido el papel de las empresas, quienes deben reconocer su papel en la sociedad y diseñar estrategias que no sólo maximicen su valor económico, sino que también consideren su impacto social y ambiental, con un actuar responsable en favor de un futuro sostenible y el bienestar de todos los involucrados (El Medaker *et al.*, 2024; Zhao, 2018). En este sentido, la innovación sostenible se convierte en parte fundamental de la agenda empresarial actual, particularmente en el marco de la RSE, donde la interacción entre el mercado, la tecnología y la regulación de políticas públicas son la clave principal de su evolución (Afeltra *et al.*, 2021).

Considerada como la tecnología con mayor potencial disruptivo (Duan *et al.*, 2019), la Inteligencia Artificial (IA) ha emergido como una herramienta esencial para facilitar esta transformación evolutiva. Su aplicación ha influido notablemente en diversos aspectos de la gestión empresarial y la investigación (Ruiz, 2020); permite que las empresas

puedan identificar oportunidades comerciales, detectar las áreas y procesos internos que generan mayor valor significativo, desarrollar la capacidad de toma de decisiones estratégicas sustentadas de forma inmediata (Benítez *et al.*, 2013), e incluso ofrecer diversas soluciones que simplifican la interacción entre las empresas y los usuarios (Ogosi Auqui, 2021).

No obstante, su incorporación plantea desafíos que requieren una gestión cuidadosa para mitigar posibles riesgos y maximizar sus beneficios (Ruiz, 2020). Y es que, debido a la falta de investigación empírica sobre la creación de propuestas de valor a través de la IA, su implementación práctica, alineada con la estrategia organizacional, se convierte en todo un reto para las organizaciones (Kitsios y Kamariotou, 2021). Además, derivado de los desafíos éticos que surgen en torno a la tecnología, como el escándalo de Facebook por la divulgación de datos en 2018, las empresas deben equilibrar los conflictos de interés a corto y largo plazo. Deben dejar de lado el antropocentrismo en la búsqueda del desarrollo sostenible, considerando no sólo las ganancias inmediatas, sino también el impacto global y responsable de sus acciones (W. W. Zhao, 2018). En contraste, Chen *et al.* (2024) consideran que son precisamente factores como la seguridad de los datos y la competencia tecnológica los que aumentan los beneficios positivos de la IA, mientras que la cultura confuciana con estructura tradicional y la presión pública los disminuyen y pueden limitar la adopción de enfoques más innovadores en la gestión empresarial.

La diversidad de perspectivas sobre la implementación de la IA en prácticas sustentables y de responsabilidad social hace necesario un análisis riguroso para comprender cómo gestionarla de forma responsable y estratégica en distintos contextos. A través de la revisión de literatura relacionada de los últimos quince años, esta investigación plantea responder a la siguiente interrogante: ¿De qué manera contribuye la IA a la transformación de la RSE en el marco de la innovación sostenible? En un mundo cada vez más digitalizado (Badghish y Soomro, 2024), este estudio pretende enriquecer el debate actual sobre la IA y su aplicación en las prácticas de RSE, aportando reflexiones originales, innovadoras y distintas a las existentes en la actualidad. Los hallazgos de la investigación aportarán información relevante acerca del alcance de la IA en el ámbito de la RSE, los retos que enfrentan las empresas al integrar esta tecnología en sus procesos sostenibles y su

capacidad para generar valor compartido en beneficio de la sociedad y demás partes interesadas.

Los avances tecnológicos y la incorporación de la IA están transformando el entorno empresarial, dando paso a una nueva era de innovación con un enfoque en la sostenibilidad, reestructurando estrategias que hagan frente a los retos económicos, sociales y ambientales contemporáneos (Vargas Mora, 2024). No obstante, su implementación en el entorno organizacional y la sostenibilidad de esta innovación tecnológica emergente han sido poco estudiados (Ghobakhloo *et al.*, 2023), por lo que aún no se ha podido evaluar de manera integral y cuantitativa, a través de la literatura, el conocimiento producido sobre el papel de la IA en la gestión de la innovación (Mariani *et al.*, 2023).

No obstante, existen diferentes modelos y teorías que abordan las prácticas sostenibles basadas en IA. A través de la Teoría de los *Stakeholders* (Freeman, 1984), se insta a las empresas a operar de forma ética y responsable en beneficio de los grupos de interés y no sólo a favor de las ganancias económicas de la empresa (Alonzo-Godoy *et al.*, 2022; Bom Camargo, 2021). Desde el marco Tecnología, Organización y Entorno (TOE) (Tornatzky y Fleischer, 1990) se abordan diferentes factores que describen cómo las organizaciones implementan soluciones de IA (Al-sheibani *et al.*, 2020; Awa *et al.*, 2017; Ghobakhloo *et al.*, 2023). El Modelo de aceptación de tecnología (TAM) (Davis, 1989), uno de los modelos más utilizados para explicar los antecedentes de la aceptación de la tecnología (Mariani *et al.*, 2023).

En la misma línea, la Teoría Triple Bottom Line (TBL), popularizada por John Elkington (1997), aborda las tres dimensiones de la RSE: económica, social y medioambiental, por lo que algunos académicos la consideran principal para evaluar el desarrollo sostenible de las organizaciones (Plasencia Soler *et al.*, 2018; Villalpando, 2023; Gallardo Vázquez *et al.*, 2013). Otra aportación valiosa es la estrategia de Valor Compartido propuesta por Porter y Kramer (2006), centrada en la idea de que las empresas pueden generar valor económico a la par de un valor para la sociedad, abordando sus necesidades y desafíos. Esta postura se basa en el vínculo que se forma entre la empresa y las comunidades donde operan y la relación con la innovación reflejada en el desarrollo social (Alonzo-Godoy *et al.*, 2022).

Y finalmente, una propuesta fortalecida sobre los elementos que componen la RSE, y que se ha posicionado en la literatura bajo el con-

cepto de RSE 2.0, es la que ofrece Visser (2008), resaltando la necesidad de un enfoque más dinámico y participativo de la RSE, cambiando a un enfoque más integral los tres elementos tradicionales propuestos en la teoría TBL, y agregando un cuarto componente relacionado con la gobernanza.

En este sentido, Visser (2010; 2014) propone también la reconfiguración de la filosofía de las organizaciones, una transformación ideológica y de naturaleza holística, que promueva no solo el impacto de las empresas en el entorno a nivel económico, social y ambiental, sino que también persiga objetivos de generación de valor sostenible para todos sus actores y grupos de interés.

2.1.1. EVOLUCIÓN DE LA INNOVACIÓN

La globalización necesita una transformación multidisciplinaria que, además de su enfoque en procesos comerciales y financieros, promueva la protección de los ecosistemas y el desarrollo económico, social y sostenible con una visión a largo plazo (Canossa-Montes de Oca, 2021). En este contexto marcado por el comercio ágil y dinámico, las empresas deben recurrir a la innovación como estrategia clave para sobresalir y permanecer en el mercado (Canizales, 2020). Desde el enfoque schumpeteriano, la innovación implica crear algo nuevo y valioso, o realizar algo que ya se hacía con anterioridad, de forma diferente y valiosa (Echeverría, 2020). Este concepto coincide con el propuesto por el Manual de Oslo (2018), el cual define a la innovación como un producto o proceso nuevo o mejorado que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad, puesto a disposición de usuarios potenciales en el caso de los productos, o puesto en práctica, cuando se trata de procesos. El concepto de innovación se asocia también con la llamada “destrucción creativa” (Schumpeter, 1994), que abre paso a la innovación de una manera sistemática y continua, procurando adaptarse siempre a un entorno dinámico (Canizales, 2020).

En el mismo sentido, la sostenibilidad en las organizaciones significa no sólo ofertar productos y servicios que satisfagan al cliente, sino hacerlo de manera socialmente responsable y sin dañar el medio ambiente (ISO, 2010a). Como lo muestra la Tabla 1, existen distintos

enfoques para conceptualizar a la innovación y las acciones sostenibles (Cillo *et al.*, 2019); la diferencia radica en la profundidad de sus objetivos.

Tabla 1. Conceptos relacionados con la Innovación y la Sustentabilidad en las empresas

Concepto	Autor	Impulsores	Descripción de la innovación
Innovación social.	(Drucker, 1987).	(Porter <i>et al.</i> , 2010; Porter y Kramer, 2006; The Young Foundation, 2024).	Desarrollo de prácticas sustentables a fin de erradicar los desafíos sociales y la creación de valor para la sociedad en su conjunto.
Desarrollo sustentable / Innovación sostenible.	(Brundtland, 1987).	(Daly, 2006; Elkington, 1997).	La capacidad humana de transformar el desarrollo de manera sustentable sin comprometer a las generaciones futuras.
Economía circular.	(Pearce y Turner, 1991).	(Ellen MacArthur Foundation, 2021; Stahel y Reday-Mulvey, 1981).	Enfocada en la reutilización y reciclaje de productos para minimizar el desperdicio y mejorar la sostenibilidad.
Innovación Verde / Innovación ecológica / Green Innovation / Eco-innovación.	(Fussler y James, 1997).	(Arundel y Kemp, 2009; Rennings, 2024).	Creación de productos o procesos que proveen valor a la empresa y sus clientes, disminuyendo los impactos ambientales e incrementando la sostenibilidad.

Nota: Elaboración propia.

Desde la perspectiva de Canizales (2020), la innovación es un elemento imprescindible de la RSE; por lo tanto, su desarrollo debe ser direccionado hacia el beneficio tanto de los colaboradores como de la sociedad y el planeta mismo, de manera que genere valor y sea rentable para la organización. Cuando se conjuntan los aspectos sociales

y ambientales en la innovación, se obtiene como resultado la innovación sostenible (Poussing, 2019; Orea-Monrroy y Guillén-Guzmán, 2024). En este sentido, la innovación sostenible converge con la RSE, abordando de manera general las dimensiones ecológicas, sociales y económicas de la actividad empresarial. Este enfoque favorece a las organizaciones optimizando procesos y promoviendo prácticas sostenibles, que respeten los límites ecológicos, mejoren el bienestar social y, al mismo tiempo, garanticen la rentabilidad económica (Cioffi *et al.*, 2020; Kitsios y Kamariotou, 2021).

Dentro de las ventajas de implementar la IA en favor de la innovación como tal, Mariani *et al.* (2023) identifican tres categorías principales de resultados: económicos (rendimiento, efectividad, eficiencia); competitivos y organizacionales (ventaja competitiva, capacidades organizacionales); y de innovación (desarrollo de patentes, desarrollo de nueva tecnología, innovación de productos, procesos y modelos de negocios), encontrando en estas categorías la clave para la adopción de la IA en las empresas que buscan innovar.

2.2. La Innovación sostenible y su relación con la RSE

La innovación sostenible se define como un enfoque estratégico que equilibra e integra prácticas sostenibles en los sistemas empresariales, partiendo de la generación de ideas novedosas hasta la investigación, desarrollo y comercialización de productos, servicios y modelos de negocio que aborden los desafíos actuales, al tiempo que preservan los recursos y fomentan la resiliencia de las generaciones futuras (Boons *et al.*, 2013; Saxena *et al.*, 2024; Flores-Novelo *et al.*, 2024). En el mismo sentido, la Norma Internacional ISO 26000 establece que la RSE se refiere al compromiso que adquieren las organizaciones ante el impacto que sus decisiones y actividades ocasionan en la sociedad y el medio ambiente, de manera ética en favor del desarrollo sostenible y de las partes interesadas (ISO, 2010b).

Sin embargo, la RSE como tal es un concepto en constante transformación, por lo que, al no ser un proceso preestablecido, puede ser adaptado a las necesidades específicas de cada organización (Villacís-Pérez y Caiche-Morán, 2021). En el contexto académico, existen diversas investigaciones que abordan la importancia de medir las prácticas

de RSE en las organizaciones (Bom Camargo, 2021; Gallardo Vázquez *et al.*, 2013), así como la relación entre la Innovación sostenible y la RSE (Alonzo-Godoy *et al.*, 2022; Bacinello *et al.*, 2021; Cillo *et al.*, 2019; Ghobakhloo *et al.*, 2023; Poussing, 2019), donde distintos académicos coinciden en que existe una relación positiva entre ambas variables (Poussing, 2019). Entre las aportaciones de Bom Camargo (2021) se identifica la aplicación de la RSE desde dos enfoques coexistentes; el primero sugiere que las decisiones tomadas por la gerencia benefician a sus *stakeholders* con resultados tangibles e intangibles, mientras que el segundo se enfoca en la gestión de la RSE, incluyendo la elaboración de reportes e informes sociales y ambientales.

La investigación de Alonzo-Godoy *et al.* (2022) señala que las prácticas de RSE en sus dimensiones económica, social y ambiental contribuyen positivamente a la innovación sostenible. Los resultados concuerdan con los presentados por Bacinello (2021), al afirmar que cada una de las dimensiones de la responsabilidad social contribuye de manera individual a la creación de valor y desempeño empresarial. En primera instancia, la dimensión económica favorece el uso de recursos y capacidades para incrementar las utilidades de las empresas; por otra parte, las estrategias sociales y ambientales crean el valor adicional, mejoran la imagen corporativa y la reputación, al tiempo que ofrecen oportunidades de realizar prácticas sustentables en beneficio de las partes interesadas, traducidas en una ventaja competitiva sobre aquellas empresas que no las practican.

Los autores Cillo *et al.* (2019) clasifican la información obtenida en su investigación en tres perspectivas principales: gestión interna, relaciones externas y evaluación del desempeño. La primera, analiza cómo las capacidades organizativas, modelos de negocio innovadores y la ambidextra empresarial facilitan la innovación sostenible; las relaciones externas integran las expectativas de los *stakeholders* hacia las prácticas de sostenibilidad; por último, la evaluación del desempeño propone métricas para el impacto de la innovación sostenible en sus tres dimensiones. A pesar de mostrarse a favor de la relación entre la innovación y la sostenibilidad como parte esencial de las estrategias empresariales, no encuentran relación entre las prácticas de sostenibilidad, el valor de la empresa y la competitividad.

Las aportaciones de Poussing (2019) distinguen las estrategias de RSE desde dos enfoques: la RSE estratégica, la cual está integrada a la

estrategia empresarial y sus procesos de innovación; y la RSE reactiva, la cual responde a mandatos legislativos, implica un menor compromiso empresarial y no genera ventajas competitivas. A través de una muestra de 286 empresas en Luxemburgo, los hallazgos presentados por el autor destacan la importancia de diferenciar las estrategias de RSE, haciendo énfasis en que las actividades generales de RSE no conducen a la adopción de la innovación sostenible; no obstante, la RSE estratégica sí puede influir en su adopción.

2.3. La innovación sostenible a través de la IA y la transformación tecnológica de la RSE

La IA ha captado la atención en distintas áreas de negocios, la industria y la sociedad. Haciendo uso de tecnologías como el aprendizaje automático (*machine learning*), el aprendizaje profundo (*deep learning*), la minería de datos (*data mining*), el procesamiento del lenguaje natural (*Natural Language Processing o NLP*) y el reconocimiento de imágenes (*Image recognition*), la IA pretende emular la inteligencia humana a través de las máquinas (Badghish y Soomro, 2024; Ghobakhloo *et al.*, 2023). Esta conceptualización coincide con la propuesta por Campillo (2023), quien la describe como una disciplina que tiene por objetivo crear máquinas capaces de razonar y aprender como los humanos, impulsando incesantemente las innovaciones tecnológicas, transformando la manera en que se ejecutan las labores cotidianas y se interactúa con la tecnología.

Esta tecnología innovadora proporciona a la organización los recursos y habilidades necesarios para adaptarse a entornos dinámicos y fortalecer su competitividad, en favor de la generación de ingresos y la creación de nuevas oportunidades (Vega *et al.*, 2020). Por su parte, Zhao (2021) sugiere el uso de la IA para atender los problemas prioritarios de la RSE establecidos en el ISO 26000, como gobernanza organizacional, derechos humanos, prácticas laborales y operativas justas, medio ambiente, así como cuestiones relacionadas con los *stakeholders*. Esta perspectiva es reforzada por Chen *et al.* (2024), al considerar que la IA funge como catalizador en la transformación de las estrategias corporativas hacia un modelo de desarrollo más sostenible, impactando positivamente la gobernanza ambiental y la responsabilidad social,

encontrando su mayor potencial en la eficiencia operativa, como la reducción de los costos de agencia, la mejora en la eficiencia de los recursos y la mitigación de riesgos.

No obstante, estos beneficios también requieren un alto nivel de conocimiento y de recursos, lo que conlleva una serie de gastos que las empresas deben considerar en la implementación de la IA, como el costo del hardware, software, la interrupción temporal de los procesos y la pérdida de productividad, así como la capacitación del personal y los costos de mantenimiento del sistema (Ghobakhloo *et al.*, 2023). En este sentido, los costos y desafíos asociados a la implementación de la IA no sólo implican barreras económicas, sino que también cuestionan su papel como herramienta clave para la innovación y su capacidad de integración a los distintos sectores productivos.

En la misma línea, a pesar de la fuerte relación entre ciencia, tecnología, innovación y rendimiento económico y social, Valdés *et al.* (2019) afirman que la innovación es considerada una tendencia en boga más que un concepto aplicable en distintos sectores, evidenciando la necesidad de seguir explorando este proceso multifacético. En contraparte, Barreto y Petit (2017) sostienen que la innovación no es pasajera, sino necesidad imprescindible para las empresas que desean progresar en el marco actual. No obstante, la literatura que analiza los factores que intervienen en la implementación y uso de la IA en las empresas y cómo esta contribuye a la innovación sustentable desde el enfoque de RSE es menos extensa, generando una brecha de conocimiento que puede ser un factor de riesgo al decidir implementar esta tecnología en las empresas (Ghobakhloo *et al.*, 2023).

El estudio realizado en 2022 por Ghobakhloo *et al.* (2023), donde se encuestó a 207 empresas multinacionales, concluye que la implementación de la IA está determinada principalmente por las características del entorno interno de la empresa, como la capacidad de absorción, las preocupaciones socioconductuales de los empleados y la competencia de capital social. Además, afirma que la IA impulsa la sostenibilidad económica y ambiental de la empresa; sin embargo, respecto a la sostenibilidad social, se identificó un daño a los valores sociales, principalmente en empresas con estrategias informales de sostenibilidad social corporativa.

Por otra parte, Canizales (2020) afirma que la verdadera innovación se produce a través del capital humano y no de la tecnología, ya

que el conocimiento y las habilidades de los colaboradores generan valor agregado a la organización. Al combinar estas capacidades con la tecnología, se obtienen resultados enfocados en la sostenibilidad y la RSE, factores clave para maximizar el éxito y la aceptación en el mercado global actual. Es así que las organizaciones necesitan invertir en el desarrollo de competencias de su fuerza laboral competente, crear entornos de trabajo colaborativo y de apoyo que fomenten la participación conjunta entre la empresa y los empleados en el proceso de transformación digital, así como rodearse de expertos en tecnología digital que sean capaces de dirigir de manera eficaz el proceso de implementación de la IA, alineado con los objetivos estratégicos y mejorando en última instancia su competitividad y sostenibilidad a largo plazo (Ghobakhloo *et al.*, 2023).

3. Metodología

Esta investigación se desarrolló mediante una revisión sistemática de literatura (RSL), con el propósito de identificar, analizar y sintetizar el conocimiento académico disponible sobre la intersección entre inteligencia artificial (IA), responsabilidad social empresarial (RSE) e innovación sostenible. La revisión se llevó a cabo siguiendo los lineamientos del método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que proporciona una guía estructurada y transparente para la identificación, selección y evaluación de estudios relevantes. El método PRISMA resulta especialmente útil para realizar revisiones de literatura porque proporciona un proceso estructurado, transparente y reproducible que supera las limitaciones de técnicas menos sistemáticas. A través de su lista de verificación y diagrama de flujo, estandariza la búsqueda, selección y evaluación de estudios, asegurando criterios claros de inclusión y exclusión que reducen el sesgo y aumentan la trazabilidad del proceso. Esta rigurosidad no solo facilita la evaluación crítica de la calidad de la evidencia, sino que también incrementa la credibilidad y aceptación académica de los resultados, siendo por ello un estándar ampliamente reconocido en revistas científicas y organismos de investigación.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: (1) artículos científicos revisados por pares; (2) publicados entre los años 2010 y 2025; (3) escritos en inglés o español; y (4) que abordaran explícitamente al menos dos de los tres temas centrales (IA, RSE, innovación sostenible) desde una perspectiva teórica o aplicada. Se excluyeron trabajos duplicados, artículos no académicos (como informes técnicos o entradas de blog) y estudios cuyo enfoque principal no estuviera claramente vinculado a los ejes temáticos definidos.

La búsqueda se realizó en bases de datos académicas de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink y Google Scholar. Se utilizaron combinaciones de las palabras clave “*artificial intelligence*” AND “*corporate social responsibility*”, “*AI*” AND “*sustainable innovation*”, “*responsabilidad social empresarial*” AND “*innovación sostenible*”, “*inteligencia artificial*” AND “*RSE*”, entre otras variaciones relevantes. Para el análisis de los estudios seleccionados se empleó una técnica de codificación temática, identificando patrones, enfoques metodológicos, marcos teóricos y hallazgos clave. Los artículos se categorizaron según el grado de integración entre los tres ejes temáticos y la orientación hacia la práctica empresarial, la formulación de políticas o la contribución teórica.

4. Discusión

Como se ha comentado a lo largo de este trabajo, la IA se ha incorporado de manera repentina a la realidad actual. No solo para las personas, sino también para las empresas y organizaciones de todo tipo, obligándolas a cambiar paradigmas y a enfrentar nuevos retos transformadores (El Medaker *et al.*, 2024). Así mismo, este trabajo da cuenta del dinamismo con el que las visiones y filosofías al interior de las empresas exigen una adaptación inmediata a las nuevas tendencias del mercado, que principalmente encuentran soporte en las nuevas tecnologías, pero a su vez, reconociendo la necesidad de modelos de negocio cada vez más sostenibles y responsables (Kitsios y Kamariotou, 2021).

Particularmente, en este trabajo se analiza el rol que juegan las nuevas tecnologías, y particularmente la IA, como una estrategia fundamental para fomentar el desarrollo sostenible. Como lo establece

Vargas Mora (2024), es indudable reconocer que, como una tecnología disruptiva, la IA está transformando los modelos de negocio tradicionales al integrar soluciones que optimizan la eficiencia operativa empresarial al tiempo que se ocupan del cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad ambiental, social y económica. Por su parte, la innovación sostenible está alineada de manera natural a la RSE e integra prácticas sostenibles en la actividad empresarial.

A través de esta revisión de la literatura, se ha podido constatar que existe poca información y poca investigación respecto al concepto de innovación sostenible y así mismo, respecto al rol que juega la IA en el desarrollo de buenas prácticas de RSE (Ghobakhloo *et al.*, 2023). Esto se debe, en parte, a la novedad de estas tecnologías y a la falta de análisis o métricas que aborden y midan el impacto de la IA en términos de sostenibilidad, ética y gestión empresarial.

No obstante, una de las contribuciones de este trabajo a la literatura es que ofrece una opción para realizar futuros trabajos de investigación, proponiendo un marco teórico sólido para conducir trabajos empíricos que aborden la relación entre los temas de adopción tecnológica por parte de las empresas y la implementación y gestión de buenas prácticas de RSE. De esta forma, distintas teorías como la Teoría de los *Stakeholders*, el marco Tecnología, Organización y Entorno (TOE), el Modelo de aceptación de tecnología (TAM) y la Teoría Triple Bottom Line (TBL) ofrecen un marco referencial para realizar investigación empírica sobre el tema y también para que las empresas generen estrategias de valor compartido.

Los resultados de los trabajos de literatura analizados indican que a la IA se le atribuyen distintas cualidades, como la capacidad para optimizar recursos, mejorar la eficiencia operativa, facilitar la toma de decisiones estratégicas y la creación de beneficios, posicionándola como un catalizador esencial en la evolución de las empresas hacia modelos más sostenibles y competitivos en el marco de la RSE (Benítez *et al.*, 2013; Ogosi Auqui, 2021). En el mismo sentido, las capacidades tecnológicas y de adaptación interna de las organizaciones son factores determinantes para aprovechar al máximo los beneficios de la IA. En contraparte, las estrategias reactivas de RSE enfocadas solo en cumplir con regulaciones no aportan significativamente a la innovación sostenible. De igual forma, se destaca la necesidad de considerar los riesgos éticos y de gobernanza que conlleva su implementación,

como la privacidad de datos o el impacto a largo plazo en cada una de las dimensiones, así como los costos económicos y de tiempo que requiere la implementación y adaptación a esta tecnología.

La sinergia entre IA, innovación sostenible y RSE representa una oportunidad para las empresas que buscan contribuir a un futuro más consciente y equilibrado. En este marco, la norma ISO 26000 proporciona una guía esencial para integrar prácticas de responsabilidad social en la estrategia empresarial, ayudando a las organizaciones a evaluar el impacto de sus acciones en favor del desarrollo sostenible. Lograr esta fusión estratégica requiere no solo tecnología avanzada, sino también una cultura organizacional comprometida a largo plazo. A pesar de que la investigación empírica sigue siendo limitada en este campo, los resultados mostrados en esta investigación aportan información relevante sobre la interacción entre innovación, tecnología y sostenibilidad, destacando la importancia de continuar investigando y desarrollando modelos que permitan implementar la IA de manera ética y efectiva, promoviendo la creación de valor compartido para todas las partes involucradas y asegurando que su impacto sea positivo no sólo a nivel económico, sino también social y ambiental a largo plazo.

5. Conclusiones

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en el entorno empresarial emerge como un fenómeno de doble filo para la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), presentando tanto grandes oportunidades para el avance y la innovación sostenible como desafíos significativos que requieren una gestión cuidadosa. Este análisis explorará las fortalezas y los riesgos inherentes a la IA en el contexto de la ética, los costos, la gobernanza y el impacto social, según lo expuesto en el documento.

5.1. Fortalezas y Oportunidades de la IA para la RSE

La IA se perfila como una herramienta fundamental para la transformación empresarial, impulsando una nueva era centrada en la sostenibilidad y la gestión estratégica. Su capacidad disruptiva la posiciona

como un catalizador esencial para el desarrollo sostenible, permitiendo optimizar la eficiencia operativa y alinear los modelos de negocio con los objetivos ambientales, sociales y económicos.

En el ámbito de la RSE, la IA puede fortalecer las prácticas existentes, especialmente cuando se adopta desde un enfoque sostenible e innovador. Facilita la toma de decisiones estratégicas informadas y casi inmediatas, lo que permite a las empresas identificar nuevas oportunidades comerciales y áreas que generan un valor significativo. Además, impulsa directamente la sostenibilidad económica y ambiental de las organizaciones, y al optimizar procesos, contribuye a la reducción de costos de agencia y la mitigación de riesgos, mejorando la eficiencia operativa general.

La innovación sostenible, que naturalmente converge con la RSE, ve en la IA un aliado para abordar las dimensiones ecológicas, sociales y económicas de la actividad empresarial, favoreciendo la promoción de prácticas responsables y asegurando al mismo tiempo la rentabilidad económica y el bienestar social. Las prácticas de RSE, apoyadas por la IA, contribuyen a incrementar las utilidades, generar valor adicional, mejorar la imagen corporativa y la reputación, y ofrecer una ventaja competitiva a las empresas.

Asimismo, la IA tiene el potencial de abordar problemas prioritarios de RSE establecidos en la norma ISO 26000, incluyendo la gobernanza organizacional, los derechos humanos, las prácticas laborales y operativas justas y el medio ambiente. Esta tecnología es vista como un catalizador en la transformación de las estrategias corporativas hacia modelos de desarrollo más sostenibles, impactando positivamente la gobernanza ambiental y la responsabilidad social. Es crucial destacar que la verdadera innovación se genera a través del capital humano y la sinergia de sus habilidades con la tecnología, lo que permite crear valor añadido y obtener resultados orientados a la sostenibilidad y la RSE.

5.2. Riesgos y Desafíos de la IA para la RSE

A pesar de estas promesas, la incorporación de la IA no está exenta de desafíos sustanciales, especialmente en lo que respecta a la ética, los costos y la gobernanza.

Desde una perspectiva ética, surgen interrogantes cruciales sobre el uso de la IA y su impacto en las buenas prácticas. La RSE tiene el imperativo de asegurar que esta tecnología se utilice de manera ética y transparente, en beneficio de todos los grupos de interés. Esto implica considerar la privacidad de los datos y la necesidad de equilibrar los conflictos de interés a corto y largo plazo, superando una visión antropocéntrica.

Los costos asociados a la implementación de la IA representan una barrera significativa. Estos incluyen la inversión en hardware y software, la posible interrupción temporal de procesos, la pérdida de productividad inicial, la necesidad de capacitación del personal y los gastos de mantenimiento del sistema. Estos desembolsos no solo son barreras económicas, sino que también ponen en tela de juicio el papel de la IA como herramienta clave para la innovación y su capacidad de integración en diversos sectores productivos.

En cuanto a la gobernanza, la implementación de la IA conlleva la necesidad de considerar los riesgos inherentes, como la ya mencionada privacidad de datos y el impacto a largo plazo en las distintas dimensiones de la sostenibilidad. La literatura actual señala una brecha significativa en la investigación empírica y en las métricas integrales para evaluar el impacto de la IA en términos de sostenibilidad, ética y gestión empresarial. Esta falta de análisis exhaustivo sobre cómo la IA contribuye a la creación de propuestas de valor complica su implementación alineada con la estrategia organizacional.

Finalmente, el impacto social también presenta riesgos. Un estudio específico identificó un daño a los valores sociales en empresas que adoptan estrategias informales de sostenibilidad social corporativa. Además, las estrategias de RSE reactivas, aquellas que solo cumplen con mandatos legislativos, no contribuyen de manera significativa a la adopción de la innovación sostenible. Esto subraya la necesidad de un compromiso firme por parte de los líderes empresariales con la responsabilidad social y la sostenibilidad. La verdadera adopción y el éxito de la IA en el marco de la RSE requieren no solo tecnología avanzada, sino también una cultura organizacional comprometida a largo plazo y una inversión continua en el desarrollo de competencias del capital humano.

En suma, la sinergia entre la IA, la innovación sostenible y la RSE representa una vasta oportunidad para las empresas que aspiran a un futuro más consciente y equilibrado. Sin embargo, su éxito depende

de una comprensión profunda y una gestión proactiva de sus desafíos éticos, económicos y de gobernanza, así como de un fuerte enfoque en el desarrollo humano y una estrategia de RSE integral y no meramente reactiva. A continuación, se presenta un análisis FODA sobre las implicaciones de la incorporación de herramientas de IA a las prácticas de RSE en las empresas actualmente (ver Tabla 2).

Tabla 2. FODA: IA y Responsabilidad Social Empresarial

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Capacidad de la IA para optimizar la eficiencia operativa y reducir costos.	Posibilidad de alinear modelos de negocio con objetivos ambientales, sociales y económicos.	Altos costos de implementación: hardware, software, capacitación y mantenimiento.	Riesgos éticos: privacidad de datos, sesgos y conflictos de interés.
Facilita la toma de decisiones estratégicas rápidas y basadas en datos.	Identificación de nuevas oportunidades comerciales y generación de valor significativo.	Posible interrupción temporal de procesos y pérdida inicial de productividad.	Brecha en métricas y estudios empíricos para evaluar impacto sostenible.
Mejora la imagen corporativa, reputación y ventaja competitiva.	Contribución directa a la sostenibilidad económica y ambiental.	Dependencia de la capacitación continua y compromiso del capital humano.	Impacto social negativo en estrategias reactivas o informales de RSE.
Aborda problemáticas de la ISO 26000: gobernanza, derechos humanos, prácticas laborales y medio ambiente.	Impulso de la innovación sostenible integrando IA con capital humano.	Dificultad para integrar la IA en todos los sectores productivos.	Resistencia cultural o falta de compromiso organizacional con la RSE.

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Incremento de utilidades y generación de valor adicional para la empresa.	Posibilidad de posicionarse como líder en prácticas responsables y sostenibles.	Falta de análisis integral sobre contribución de la IA a la propuesta de valor.	Regulaciones futuras más estrictas que limiten o condicionen su uso.

Nota: Elaboración propia.

5.3. Aportaciones a la Teoría (Scientia)

Desde una perspectiva teórica, este estudio aborda una brecha significativa en el entendimiento de la relación entre la IA y la RSE, ofreciendo una aproximación teórica original a esta intersección, especialmente desde la óptica de la innovación sostenible. En un panorama global donde la IA redefine el entorno empresarial y exige un compromiso firme con la responsabilidad social, el documento se erige como una contribución teórica fundamental a la investigación de frontera e interdisciplinaria. Subraya que, a pesar de que un alto porcentaje de directivos reconoce la conexión entre IA responsable y RSE, y la necesidad de IA para alcanzar objetivos de sostenibilidad, aún persiste una brecha en la comprensión y aplicación de esta relación.

Para futuras investigaciones, el trabajo proporciona un marco teórico robusto y esencial que puede servir como sustento para estudios empíricos. Propone la aplicación de diversas teorías fundamentales como la Teoría de los Stakeholders (que insta a las empresas a operar de forma ética y responsable en beneficio de todos los grupos de interés, no solo de las ganancias económicas), el marco Tecnología, Organización y Entorno (TOE) (que describe cómo las organizaciones implementan soluciones de IA), el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) (uno de los más utilizados para explicar la aceptación tecnológica) y la Teoría Triple Bottom Line (TBL) (que aborda las dimensiones económica, social y medioambiental de la RSE). Además, hace referencia a la estrategia de Valor Compartido de Porter y Kramer, que busca generar valor económico a la par de un valor para la sociedad. Al integrar estas perspectivas, el documento no solo enriquece el debate

actual sobre la IA y la RSE, sino que también aporta reflexiones originales e innovadoras que van más allá de las existentes. Asimismo, contribuye con información relevante sobre la interacción entre innovación, tecnología y sostenibilidad, destacando la importancia de continuar la investigación para desarrollar modelos que permitan una implementación ética y efectiva de la IA.

5.4. Aportaciones a la Práctica (Praxis)

En el ámbito práctico, el documento ofrece directrices e implicaciones valiosas para las organizaciones que buscan integrar la IA con sus compromisos de RSE y sostenibilidad. Al ofrecer un sustento teórico esencial para el desarrollo de modelos de implementación de IA con enfoque de RSE, proporciona las bases conceptuales sobre las cuales las empresas pueden construir sus estrategias. Presenta un enfoque original e innovador para la posible implementación de estrategias sostenibles en la aplicación de la IA en las empresas, lo cual es directamente aplicable para alinear la innovación tecnológica con los objetivos de sostenibilidad.

Los hallazgos de la investigación brindan información relevante sobre el alcance de la IA en el ámbito de la RSE, los retos que enfrentan las empresas al integrar esta tecnología en sus procesos sostenibles y su capacidad para generar valor compartido en beneficio de la sociedad y las partes interesadas. Se subraya que la IA es un catalizador esencial para la evolución de las empresas hacia modelos más sostenibles y competitivos, al optimizar recursos, mejorar la eficiencia operativa y facilitar la toma de decisiones estratégicas. Esto se traduce en beneficios tangibles como la reducción de costos de agencia, mejora en la eficiencia de recursos y mitigación de riesgos.

Un aspecto crucial para la práctica es la distinción que se hace entre la RSE estratégica y la reactiva. El documento enfatiza que la RSE estratégica, al estar integrada a la estrategia empresarial y sus procesos de innovación, es la que verdaderamente influye en la adopción de la innovación sostenible, a diferencia de la RSE reactiva, que sólo responde a mandatos legislativos y no genera ventajas competitivas. Esto ofrece a las empresas una guía práctica sobre qué enfoque de RSE es más efectivo para lograr una transformación genuina.

Asimismo, el estudio resalta la importancia del capital humano y del entorno interno de la empresa. Se señala que la implementación exitosa de la IA está determinada por factores como la capacidad de absorción de la empresa, las preocupaciones socio-conductuales de los empleados y la competencia del capital social. Prácticamente, las organizaciones deben invertir en el desarrollo de competencias de su fuerza laboral, crear entornos de trabajo colaborativo y de apoyo, y rodearse de expertos tecnológicos para una implementación eficaz de la IA alineada con objetivos estratégicos. Se reconoce que, aunque la IA impulsa la sostenibilidad económica y ambiental, puede existir un daño a los valores sociales si las estrategias de sostenibilidad social corporativa son informales.

Finalmente, el documento menciona la norma ISO 26000 como una guía esencial para integrar prácticas de responsabilidad social en la estrategia empresarial, proporcionando una herramienta práctica para que las organizaciones evalúen y mejoren su impacto en el desarrollo sostenible. A pesar de los beneficios, se reconocen los desafíos económicos y operativos asociados a la implementación de la IA, incluyendo costos de hardware, software, interrupción de procesos, pérdida de productividad y la necesidad de capacitación del personal, lo que plantea interrogantes sobre su integración en distintos sectores productivos. La sinergia entre IA, innovación sostenible y RSE representa, en última instancia, una gran oportunidad para las empresas que buscan contribuir a un futuro más consciente y equilibrado, aunque requiere no solo tecnología avanzada, sino también una cultura organizacional comprometida a largo plazo.

6. Referencias

- Afeltra, G., Alerasoul, S. A., y Strozzi, F. (2021). The evolution of sustainable innovation: From the past to the future. *European Journal of Innovation Management*, 26(2), 386–421. <https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2021-0113>
- Alonzo-Godoy, M., Santamaria-Velasco, C. A. y Parra-López, L. P. (2022). Explorando las dimensiones de la responsabilidad social empresarial y la innovación sostenible. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(3–2), Article 3–2. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.3-2.1149>

- Al-sheibani, S., Messom, C. y Cheung, Y. (2020, enero 7). *Re-thinking the Competitive Landscape of Artificial Intelligence*. <http://hdl.handle.net/10125/64460>
- Arundel, A. V., & Kemp, R. (2009). *Measuring eco-innovation*. Universiteit Maastricht. UNU-MERIT Working Papers No. 017 <https://cris.maastrichtuniversity.nl/en/publications/measuring-eco-innovation>
- Awa, H., Ojiabo, O. y Orokor, L. (2017). Integrated technology-organization-environment (T-O-E) taxonomies for technology adoption. *Journal of Enterprise Information Management*, 30(6), 893–921. <https://doi.org/10.1108/JEIM-03-2016-0079>
- Bacinello, E., Tontini, G. y Alberton, A. (2021). Influence of corporate social responsibility on sustainable practices of small and medium-sized enterprises: Implications on business performance. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(2), 776–785. <https://doi.org/10.1002/csr.2087>
- Badghish, S. y Soomro, Y. A. (2024). Artificial Intelligence Adoption by SMEs to Achieve Sustainable Business Performance: Application of Technology-Organization-Environment Framework. *Sustainability*, 16(5), 1864. <https://doi.org/10.3390/su16051864>
- Barreto, J., y Petit, E. (2017). Modelos explicativos del proceso de innovación tecnológica en las organizaciones. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(79), 387–405. <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistavenezolanadegerencia/2017/vol22/no79/3.pdf>
- Benítez, R., Escudero, G., Kanaan, S. y Rodó, D. (2013). *Inteligencia artificial avanzada* (Primera edición.). Editorial UOC. <https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/509e0233-eefd-44e0-acf7-58582fa65f7a/content>
- Bom Camargo, Y. (2021). Hacia la responsabilidad social como estrategia de sostenibilidad en la gestión empresarial. *Revista de ciencias sociales*, 27(2), 130–146. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/index>
- Boons, F., Montalvo, C., Quist, J. y Wagner, M. (2013). Sustainable innovation, business models and economic performance: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 45, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.013>
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford, Oxford University Press.
- Campillo, M. (2023, octubre 15). *Inteligencia artificial (IA) en América Latina y el Caribe—Datos estadísticos* [Estadística]. Statista. <https://es.statista.com/temas/11054/inteligencia-artificial-ia-en-america-latina-y-el-caribe/#topicOverview>
- Canizales, L. (2020). Elementos clave de la innovación empresarial. Una revisión desde las tendencias contemporáneas. *REVISTA INNOVA ITFIP*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.54198/innova06.03>

- Canossa-Montes de Oca, H. (2021). Economía circular en la visión estratégica y sostenible de las empresas modernas. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.2.463>
- Chen, P., Chu, Z. y Zhao, M. (2024). The Road to corporate sustainability: The importance of artificial intelligence. *Technology in Society*, 76, 102440. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102440>
- Cillo, V., Petruzzelli, A., Ardito, L. y Del Giudice, M. (2019). Understanding sustainable innovation: A systematic literature review. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 26(5), 1012–1025. <https://doi.org/10.1002/csr.1783>
- Cioffi, R., Travaglioni, M., Piscitelli, G., Petrillo, A. y De Felice, F. (2020). Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Smart Production: Progress, Trends, and Directions. *Sustainability*, 12(2), 492. <https://doi.org/10.3390/su12020492>
- Daly, H. E. (2006). Sustainable Development—Definitions, Principles, Policies. En M. Keiner (Ed.), *The Future of Sustainability* (pp. 39–53). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-4908-0_2
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Davenport, T. H. & Mittal, N. (2023). Should organizations link responsible AI and corporate social responsibility? It's complicated. MIT Sloan Management Review. <https://sloanreview.mit.edu/article/should-organizations-link-responsible-ai-and-corporate-social-responsibility-its-complicated/>
- Drucker, P. F. (1987). Social innovation—Management's new dimension. *Long Range Planning*, 20(6), 29–34. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(87\)90129-4](https://doi.org/10.1016/0024-6301(87)90129-4)
- Duan, Y., Edwards, J. y Dwivedi, Y. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data – evolution, challenges and research agenda. *International Journal of Information Management*, 48, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.021>
- Echeverría, J. (2020). Filosofía de la innovación y valores sociales en las empresas. *Revista de estudios de la ciencia y la tecnología*, 9(1), 77–99. <https://dx.doi.org/10.14201/art2020917799>
- edX. (2024, septiembre 24). *edX survey finds 75% of the C-suite don't believe their company can achieve its sustainability goals without AI*. edX News. <https://press.edx.org/edx-survey-finds-c-suite-dont-believe-their-company-can-achieve-its-sustainability-goals-without-ai>
- El Medaker, R., Loukil, S. y McHich, R. (2024). Towards social responsibility 2.0 for Moroccan public establishments and enterprises: Artificial intelligence and new technologies at the service of sustainable development.

- Journal of Autonomous Intelligence*, 7(3). Scopus. <https://doi.org/10.32629/jai.v7i3.1385>
- Elkington, J. (1997). *CANNIBALS WITH FORKS The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone Publishing Limited.
- Ellen MacArthur Foundation. (2021, mayo 26). *Completing the picture: How the circular economy tackles climate change*. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture>
- Flores-Novelo, A., Dzul-Dzul, M. F. & Mata-Castro, M. C. (2024). Transforming Barriers into Opportunities: Innovation and Sustainability in Local Food Consumption in the Puuc Region, Mexico. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 120-156. <https://doi.org/10.55965/setp.4.08.uady.a5>
- Freeman, E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Boston: Pitman.
- Fussler, C. y James, P. (1997). *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*.
- Gallardo Vázquez, D., Sánchez Hernández, M. I. y Corchuelo Martínez-Azúa, B. (2013). Validación de un instrumento de medida para la relación entre la orientación a la responsabilidad social corporativa y otras variables estratégicas de la empresa. *Revista de contabilidad = Spanish accounting review: IRC-SARI*, 16(1), 11–23.
- Ghobakhloo, M., Asadi, S., Iranmanesh, M., Foroughi, B., Mubarak, M. F. y Yadegaridehkordi, E. (2023). Intelligent automation implementation and corporate sustainability performance: The enabling role of corporate social responsibility strategy. *Technology in Society*, 74. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102301>
- ISO. (2010a). *ISO 26000 visión general del proyecto*. https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_26000_project_overview-es.pdf
- ISO. (2010b). *ISO 26000:2010(es), Guía de responsabilidad social*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:es>
- Kitsios, F. y Kamaridou, M. (2021). Artificial Intelligence and Business Strategy Towards Digital Transformation: A Research Agenda. *Sustainability*, 13(4), 2025. <https://doi.org/10.3390/su13042025>
- Mariani, M. M., Machado, I. y Nambisan, S. (2023). Types of innovation and artificial intelligence: A systematic quantitative literature review and research agenda. *Journal of Business Research*, 155, 113364. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113364>
- Moro-Visconti, R., Cruz Rambaud, S. & López Pascual, J. (2023). Artificial intelligence-driven scalability and its impact on the sustainability and valuation of traditional firms. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1-14. <https://www.nature.com/articles/s41599-023-02214-8.pdf>

- OECD. (2018). *Oslo Manual 2018*. OECD. https://www.oivtt.org/wp-content/uploads/2020/05/Manual_Oslo_2018.pdf
- Ogosi Auqui, J. (2021). Chatbot del proceso de aprendizaje universitario: Una revisión sistemática. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri*, 2(2), 29–43. <https://doi.org/10.47422/ac.v2i2.33>
- Orea-Monroy, R. J. & Guillen-Guzman, J. F. (2024). Sustainable Innovation in Polyolefin Elastomers: Predictive Model for Hardness, Melt Flow Index and Expansion in Cross-linked Foams. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 192-230. <https://doi.org/10.55965/setp.4.08.a7>
- Pearce, D. y Turner, K. (1991). Economics of Natural Resources and the Environment. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(1). <https://doi.org/DOI:10.2307/1242904>
- Plasencia Soler, J., Marrero, F., Bajo, A. M. B. y Nicado, M. (2018). Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 63–73. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2018.146.2662>
- Porter, M., Bueno Campos, E., Merino, C. y Salmador, M. (2010). *Ventaja competitiva: Creación y sostenibilidad de un rendimiento superior*. Madrid: Pirámide. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=510620>
- Porter, M. y Kramer, M. (2006). Strategy & society: The link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, 84(12), 78–92.
- Poussing, N. (2019). Does corporate social responsibility encourage sustainable innovation adoption? Empirical evidence from Luxembourg. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 26(3), 681–689. <https://doi.org/10.1002/csr.1712>
- Rennings, K. (2024). Redefining Innovation—Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics. *Ecological Economics*, 32(2), 319–332. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3)
- Ruiz, F. (2020, noviembre 7). *Inteligencia Artificial y big data: Retos para la innovación*. Finerio Connect. <https://blog.finerioconnect.com/inteligencia-artificial-y-big-data-retos-para-la-innovacion/>
- Saxena, P. K., Seetharaman, A. y Shawarikar, G. (2024). Factors That Influence Sustainable Innovation in Organizations: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 16(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/su16124978>
- Schumpeter. (1994). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Routledge. 81-85. <http://debracollege.dspaces.org/bitstream/123456789/478/1/schumpeter-joseph-a-capitalism-socialism-and-democracy.pdf>
- Stahel, W. y Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy*. https://www.researchgate.net/publication/40935606_Jobs_for_tomorrow_the_potential_for_substituting_manpower_for_energy

- The Young Foundation. (2024). Shaping a fairer future. *The Young Foundation*. <https://www.youngfoundation.org/>
- Tornatzky, L. y Fleischer, M. (1990). *The process of technology innovation*. Lexington Books.
- UN. (2024). *World Social Report 2024. Social Development in Times of Converging Crises: A Call for Global Action*. United Nations. https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/DESA-World-Social-Report_2024_31July.pdf
- Urdaneta, W. J. U. & Pertuz, B. G. (2024). Inteligencia artificial como herramienta para los líderes disruptivos en las empresas de telecomunicaciones. *CICAG: Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, 21(2), 147-167. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9378962>
- Valdés, C., Velásquez, Y. y Boza, J. (2019). *Reflexiones sobre definiciones de innovación, importancia y tendencias*. 21(4), 532–552.
- Vargas Mora, J. E. (2024). Explorando el Impacto de la IA en la Innovación y Sostenibilidad Empresarial. *CIECEM 2024*. <https://ciecem.org/ponencia/explorando-el-impacto-de-la-ia-en-la-innovacion-y-sostenibilidad-empresarial/>
- Vega, V., Ferro, H., Ruiz, M. y Bonomie, M. (2020). Innovación y éxito empresarial: Algunas reflexiones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(91), 938–953.
- Villacís-Pérez, W. y Caiche-Morán, R. (2021). La responsabilidad social como herramienta de ventaja competitiva para las pequeñas y medianas empresas. *593 Digital Publisher CEIT*, 6(5), Article 5. <https://doi.org/10.33386/593dp.2021.5.608>
- Villalpando, R. (2023, abril 23). *Canibales con tenedores: El triple resultado de los negocios del siglo XXI*. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/can%C3%ADbales-con-tenedores-el-triple-resultado-de-los-reynaldo>
- Visser, W. (2008). CSR 2.0 The New Era of Corporate Sustainability and Responsibility. *CSR International Inspiration Series*, 1.
- Visser, W. (2010). The Age of Responsibility: CSR 2.0 and the New DNA of Business. *Journal of Business Systems, Governance and Ethics*, 5(3), 1–17. <https://doi.org/10.15209/jbsge.v5i3.185>
- Visser, W. (2014). *CSR 2.0: Transforming Corporate Sustainability and Responsibility*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40874-8>
- Zhang, Y., Zhang, G.-Y. y Zhang, H.-Z. (2024). How incumbents respond to the threat of disruptive innovation: An organisational resilience perspective. *Technology Analysis and Strategic Management*. Scopus. <https://doi.org/10.1080/09537325.2024.2304213>

Zhao, W. W. (2018). How to improve corporate social responsibility in the era of artificial intelligence? *In IOP Conference Series: Earth and environmental science*, 186(6), 0120136. <https://doi.org/DOI:10.1088/1755-1315/186/6/012036>

Zhao, W. W. (2021). Artificial Intelligence and ISO 26000 (Guidance on Social Responsibility). En *AI and Learning Systems—Industrial Applications and Future Directions*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.9345>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 6

Gestión del conocimiento y sostenibilidad educativa: Modelo EOE-SustainEdu para evaluar la inteligencia artificial desde perspectivas epistemológicas y ontológicas

Pascuala Josefina Cárdenas-Salazar¹

Resumen

En un contexto de transformación educativa acelerada por la IA, la gestión del conocimiento se ha convertido en un eje central para garantizar que los cambios tecnológicos contribuyan al aprendizaje de calidad. UNESCO, OCDE y OEI han impulsado lineamientos globales para integrarla de forma ética, equitativa y sostenible, destacando la necesidad de fortalecer la gestión del conocimiento en los sistemas educativos. Sin embargo, persisten vacíos epistemológicos, ontológicos y normativos que limitan su implementación responsable. Este ensayo propuso un modelo integrador para evaluar la validez epistemológica,

1. Universidad de Guadalajara; ORCID 0000-0002-2602-5308/pascuala.cardenas@academicos.udg.mx

coherencia ontológica e impacto sostenible de la IA en la educación. Mediante análisis documental y comparativo 2015–2025. La metodología incluyó revisión de informes internacionales, literatura académica indexada y marcos conceptuales existentes. Los hallazgos teóricos (Scientia) aportaron un marco conceptual original, EOE-SustainEdu, y los prácticos (Praxis) mostraron viabilidad para centros educativos y políticas públicas. Su originalidad radicó en la interdisciplina entre filosofía, pedagogía y análisis de impacto tecnológico. El modelo resulta factible y transferible, limitado por ausencia de validación empírica; esto abre oportunidades para investigaciones futuras.

Palabras clave: Inteligencia artificial, validez epistemología, coherencia ontología, ética-sostenibilidad.

1. Introducción

Para 2030, más del 80 % de los empleos requiere competencias digitales avanzadas (OECD, 2024); sin embargo, la mayoría de los sistemas educativos aún carece de marcos conceptuales sólidos que orienten la integración de la inteligencia artificial (IA) de forma ética, coherente y sostenible. En consecuencia, se configura un desajuste entre el avance tecnológico y la preparación del ámbito educativo, lo que plantea el desafío de garantizar que la IA fortalezca y no debilite los fundamentos epistemológicos, ontológicos y éticos que sustentan la enseñanza y el aprendizaje.

En este contexto, el interés por la IA educativa ha crecido de forma sostenida tanto en la investigación científica como en la formulación de políticas públicas. Evidencia de ello es el Consenso de Beijing sobre IA y Educación (UNESCO, 2019), que sentó bases para la equidad y la inclusión, así como la Recomendación sobre la Ética de la IA (UNESCO, 2021, 2022), primer marco normativo global. En paralelo, investigaciones como las de Floridi y Chiriatti (2020) o Holmes et al. (2022) exploraron las implicaciones epistemológicas y éticas de su uso, mientras que estudios recientes (Yan et al., 2023; Bulut et al., 2024) alertan sobre riesgos de sesgo, opacidad y falta de validación pedagógica.

Sin embargo, persiste una brecha: no existe aún un modelo unificado que permita evaluar, con indicadores claros, la validez episte-

mológica, la coherencia ontológica y el impacto sostenible de la IA en contextos educativos. Por lo tanto, se requiere un esfuerzo sistemático que vincule fundamentos teóricos, marcos regulatorios y prácticas evaluativas, de manera que se puedan generar herramientas confiables para la adopción informada de estas tecnologías.

El presente ensayo se centra en el sistema educativo, considerando también referentes internacionales para enriquecer el análisis. El propósito es establecer un marco conceptual y operativo que sirva como referencia para instituciones educativas de nivel superior en México y organismos reguladores al momento de valorar e implementar soluciones de IA. Se plantea que este enfoque ofrezca una contribución original al estado del arte al vincular marcos normativos, fundamentos teóricos y prácticas evaluativas en un solo esquema analítico. La pregunta que guía este trabajo es: *¿Cómo puede evaluarse la validez epistemológica, la coherencia ontológica y el impacto sostenible de la inteligencia artificial en el sistema educativo?*

2. Desarrollo

A continuación, se presentarán contexto y problematización, antecedentes, la teoría, la metodología, resultados obtenidos.

2.1. Contexto y problematización

En las dos últimas décadas, la inteligencia artificial (IA) transitó de ser una tecnología de laboratorio a una herramienta omnipresente en el ámbito educativo, presente en plataformas de aprendizaje adaptativo y asistentes para tareas. No obstante, su adopción, frecuentemente basada en consideraciones de eficiencia tecnológica, careció de reflexión epistemológica y ontológica profundas (UNESCO, 2023). Y las bases axiológicas, así como las implicaciones de uso, no estuvieron claramente definidas.

La digitalización acelerada tras la pandemia aumentó la dependencia de tecnologías con poca gobernanza y alto riesgo de sesgos. La UNESCO advirtió, alertando cómo estas herramientas podrían reproducir

estereotipos de género, homofobia y racismo si no se diseñan con criterios de equidad e inclusión (UNESCO, 2024). Paralelamente, la OCDE advirtió que la IA generativa podía intensificar las brechas regionales al afectar desigualmente los mercados laborales (OCDE, 2024).

En México, la UNESCO promovió un diálogo nacional sobre IA en la educación, destacando la necesidad de formar un observatorio académico para anticipar riesgos y compartir mejores prácticas (UNESCO & SEP, 24 de enero de 2025; UNESCO, 2025). Al mismo tiempo, el país avanzó en crear un marco legal ético y flexible para la IA, consciente de su rápida evolución (Senado de la República, 2025). Asimismo, la OEI y la SEP fueron parte del *Foro Nacional de Inteligencia Artificial*, que impulsó el lanzamiento del *Observatorio de IA en la Educación* (OEI et al., 27 de marzo de 2025) para articular acciones éticas y responsables en contextos educativos. Por su parte, el Senado de la República instaló diez iniciativas legislativas destinadas a regular el uso de la IA en México, buscando un modelo normativo adaptado a las necesidades nacionales (El Financiero, 15 de julio de 2025).

El problema central radicó en que, sin un marco epistemológico claro, no existieron criterios para medir, valorar o conceptualizar el conocimiento generado por la IA. Ontológicamente, resultó incierto si la IA es una herramienta ejecutora, un agente autónomo o un simulador sofisticado sin comprensión real. Esta omisión limitó la evaluación de sus alcances y riesgos reales.

Por ello, el presente ensayo planteó la siguiente interrogante crítica que orientará el análisis: *¿Cómo puede evaluarse la validez epistemológica, la coherencia ontológica y el impacto ético-sostenible de la inteligencia artificial en el sistema educativo?* La integración de la inteligencia artificial en el sistema educativo solo garantiza una educación ética, transparente y sostenible cuando se sustenta en un marco epistemológico y ontológico sólido.

2.2. Antecedentes del estado de la cuestión

2.2.1. MUNDIAL

A nivel global, la UNESCO ha liderado el debate sobre el papel de la inteligencia artificial (IA) en la educación. El Consenso de Beijing sobre

IA y Educación (2019) marcó un precedente al recomendar que las políticas educativas integren principios de acceso abierto, equidad y respeto a los derechos humanos (UNESCO, 2019). Posteriormente, la Recomendación sobre la ética de la IA (2021–2022) se convirtió en el primer instrumento normativo internacional para orientar el desarrollo y uso responsable de la IA, incluyendo lineamientos para educación, ciencia y sostenibilidad (UNESCO, 2021–2022).

En el plano de datos y evidencia, la OCDE ha publicado reportes como *Education at a Glance 2024*, que, si bien no se centra exclusivamente en IA, analiza la transformación educativa impulsada por tecnologías emergentes y advierte sobre desigualdades persistentes (OECD, 2024). El informe *Tendencias que configuran la educación 2025* señala que los avances tecnológicos, incluida la IA, deben alinearse con objetivos de equidad, sostenibilidad y formación de competencias críticas (OECD, 2025).

2.2.2. INTERNACIONAL

En Iberoamérica, la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y ProFuturo han identificado que la llegada de la IA a la educación se encuentra “en construcción”, con países en distintas fases de adopción y sin marcos regulatorios completos (OEI, 2025). Se recomienda fortalecer la capacitación docente en IA y garantizar la transparencia en algoritmos y datos.

En la investigación académica internacional, Yan et al. (2023) realizaron una revisión sistemática sobre los retos prácticos y éticos de los grandes modelos de lenguaje en educación, concluyendo que la falta de transparencia, reproducibilidad y enfoque en la beneficencia educativa son barreras para su implementación responsable. Asimismo, Bulut et al. (2024) advierten que, en la medición educativa, la IA enfrenta retos en validez, equidad y sesgos, lo que requiere estándares éticos claros y auditables.

2.2.3 MÉXICO

En México, la UNESCO y la Secretaría de Educación Pública (SEP) organizaron en 2024 y 2025 diálogos nacionales para evaluar la preparación del país frente a la IA, lo que derivó en la propuesta de un Observatorio

Interinstitucional de IA en la Educación Superior (OIIAES) (Anahuac, 2025). Este observatorio busca monitorear riesgos, documentar buenas prácticas y generar indicadores alineados con la ciencia abierta y la sostenibilidad.

En paralelo, se han desarrollado iniciativas legislativas para establecer un marco legal sobre IA. En mayo de 2025, el Senado anunció un proyecto de ley para regular la IA bajo principios éticos, flexibles y adaptables al cambio tecnológico (Sarmiento, 2025). Sin embargo, estudios recientes indican que en educación superior persiste una brecha importante: el 58 % de los estudiantes no se siente preparado para enfrentar la IA y casi la mitad carece de confianza en sus competencias digitales (Valentini & Blancas, 2025).

2.3 Estado, el estado del arte

El estado del arte en torno a la inteligencia artificial (IA) en el sistema educativo revela un campo de estudio en rápida expansión, caracterizado por la coexistencia de enfoques instrumentales, críticos y éticos. La literatura reciente muestra que, aunque la IA ha demostrado potencial para personalizar el aprendizaje y ampliar el acceso, su implementación carece de un consenso teórico sobre la naturaleza del conocimiento que produce, las formas de validarlo y los impactos socioambientales que genera.

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación, desde enfoques epistemológicos y ontológicos sólidos, ha sido objeto de un creciente interés académico, en particular en torno a su contribución a una educación ética, transparente y sostenible. La literatura revisada refleja tanto la diversidad de contextos de aplicación como la necesidad de marcos conceptuales claros.

2.3.1. PERSPECTIVA EPISTEMOLÓGICA

La dimensión epistemológica en el debate sobre la inteligencia artificial (IA) educativa aborda, ante todo, la cuestión de si el conocimiento que produce puede considerarse válido y fiable. Floridi y Chiriatti (2020) advierten que los sistemas de IA no “entienden” la información, sino

que procesan símbolos mediante correlaciones estadísticas, lo que abre la duda sobre si sus salidas cumplen con el estatuto de conocimiento en sentido estricto. Desde una perspectiva clásica, Popper (1972) defendía que todo conocimiento científico debe ser falsable, criterio que se complica en modelos de IA opacos o “cajas negras” cuya lógica interna resulta difícil de auditar (Burrell, 2016). En este contexto, sin un fundamento epistemológico sólido que garantice la audibilidad y la falsabilidad, la integración de la IA en educación difícilmente podrá considerarse ética, transparente y sostenible.

Los estudios recientes destacan la necesidad de anclar la IA educativa en marcos pedagógicos y científicos robustos que permitan interpretar y validar sus resultados. Aradhya *et al.* (2023), desde la genómica clínica, subrayan la importancia del rigor metodológico en el análisis de datos complejos, un principio extrapolable al ámbito educativo. Bearman y Ajjawi (2023) proponen estrategias para “trabajar con la caja negra” de la IA, fomentando que los docentes y estudiantes comprendan sus alcances y límites. De manera afín, Lin (2023) analiza el papel de la IA generativa en la academia y sugiere un uso responsable que preserve el pensamiento crítico como núcleo del aprendizaje. Esto evidencia que la integración de IA bajo criterios epistemológicos claros no sólo mejora la calidad de los resultados, sino que favorece un ecosistema educativo más consciente, crítico y alineado con principios éticos.

La literatura coincide en que la IA ofrece oportunidades, como la personalización del aprendizaje o el análisis avanzado de trayectorias académicas, pero también advierte riesgos significativos, como el empobrecimiento del pensamiento crítico cuando se usa sin un marco epistemológico explícito (Aradhya *et al.*, 2023; Knochel, 2023). Esto muestra que, para cumplir con la hipótesis de investigación, la integración de IA debe acompañarse de una formación intencional en epistemología aplicada, de modo que los usuarios puedan cuestionar, validar y reinterpretar las salidas de la tecnología en clave educativa y ética.

En el ámbito educativo, la ausencia de trazabilidad epistemológica en las recomendaciones o evaluaciones automatizadas limita la confianza y el valor pedagógico de la IA. Luckin (2017) propone un marco de “IA centrada en el conocimiento”, en el que los datos se interpretan a la luz de teorías educativas sólidas y se valida su pertinencia mediante intervención humana. Esto es, la integración de IA con criterios epistemológicos robustos, que incluyen trazabilidad,

validación y contextualización, es condición necesaria para garantizar una educación ética, transparente y sostenible.

Además de los riesgos y limitaciones de la IA en términos de validez y trazabilidad del conocimiento, diversos estudios destacan su potencial transformador cuando se integra pedagógicamente. Mejía Trejo (2024a, 2025) señala que la IA puede reestructurar la adquisición y construcción del conocimiento en la educación universitaria. La ingeniería de prompts con ChatGPT fomenta la creatividad y el pensamiento crítico (Mejía Trejo, 2024a), mientras que la IA en general permite que los estudiantes desarrollen competencias tecnológicas para la economía digital (Mejía Trejo, 2025). Además, la perspectiva de innovación social resalta que las instituciones pueden vincular la tecnología con proyectos de valor social y aprendizaje significativo (Mejía Trejo, 2024b). En conjunto, estas contribuciones muestran que, bajo un marco epistemológico sólido, la IA no solo automatiza procesos, sino que también promueve un aprendizaje crítico, creativo y socialmente relevante.

2.3.2. PERSPECTIVA ONTOLÓGICA

Desde la perspectiva ontológica, la integración de la inteligencia artificial en la educación invita a repensar quiénes son los actores del proceso educativo y cuál es la naturaleza misma de dicho proceso. Swindell *et al.* (2024) defienden que la copresencia y la interacción humana constituyen el núcleo insustituible de la experiencia de aprendizaje, frente a tendencias de automatización que podrían reducir el papel del docente. Coeckelbergh (2025) y Stenseke (2022) exploran cómo la IA reconfigura la agencia epistémica, alterando quién posee el conocimiento y quién toma las decisiones dentro del aula. Esto indica que la integración de IA con criterios ontológicos sólidos debe salvaguardar el rol humano como mediador y garante de sentido, evitando que la delegación excesiva a sistemas automatizados erosione la esencia del acto educativo.

La discusión ontológica también se enmarca en el debate filosófico sobre la naturaleza de la inteligencia artificial. Searle (1980) argumenta que los sistemas computacionales carecen de intencionalidad genuina y únicamente simulan la comprensión, lo que implica que no pueden sustituir el juicio pedagógico humano, basado en conocimiento expe-

riencial y situado. Por lo que un sistema educativo que aspire a ser ético y sostenible debe integrar la IA como complemento, no como sustituto del juicio humano, reconociendo sus limitaciones ontológicas.

Ferrario et al. (2020) señalan que definir la IA como una herramienta técnica o como un agente cognitivo tiene profundas implicaciones para su regulación y aceptación social. En el campo educativo, esta definición influye en el diseño curricular, la configuración de los roles docentes y las estrategias de evaluación. Stenseke (2022) añade que una comprensión precisa de la naturaleza de la IA es clave para establecer normas coherentes y aplicables. Esto es un indicador de que, si la IA se conceptualiza desde marcos ontológicos bien fundamentados, su incorporación podrá alinearse con principios de transparencia y responsabilidad, favoreciendo un impacto positivo y sostenible en el sistema educativo.

El plano ontológico también abarca la configuración de los entornos de aprendizaje. Swindell *et al.* (2024) insisten en preservar la copresencia humana, mientras que Krammer (2025) examina cómo la IA generativa transforma las dinámicas del aula y las percepciones sobre integridad académica. Estos cambios plantean la necesidad de rediseñar las prácticas pedagógicas para integrar lo digital sin diluir los valores fundamentales de la educación. Desde esta óptica, una IA concebida y empleada bajo criterios ontológicos claros puede coexistir con la interacción humana significativa, garantizando que la innovación tecnológica no desplace los elementos esenciales de la enseñanza.

2.3.3. ÉTICA Y RESPONSABILIDAD

La dimensión ética ocupa un lugar central en el debate sobre la integración de la inteligencia artificial en la educación, especialmente frente a preocupaciones como el sesgo algorítmico, la responsabilidad, la equidad y la integridad académica en el uso de herramientas generativas como ChatGPT. Documentos que analizan recomendaciones políticas y guías internacionales posicionan a la academia como agente clave en la traducción e implementación de normas éticas (van Norren, 2023; Rismani & Moon, 2023). Investigaciones recientes advierten, además, sobre el riesgo de dependencia tecnológica y el deterioro de competencias si no se fijan límites y se adoptan prácticas evaluativas ajustadas a las nuevas realidades (Krammer, 2025; Lin, 2023). Lo que sugiere

que un marco ético sólido es indispensable para que la IA contribuya a una educación sostenible y justa, evitando que su potencial innovador se vea opacado por efectos no deseados.

En el plano normativo, los estudios revisados convergen en la necesidad de principios claros que regulen el desarrollo y uso de la IA. Van Norren (2023) analiza la Recomendación de la UNESCO sobre ética de la IA, resaltando el papel estratégico de la academia en su implementación. Asimismo, Bearman y Ajjawi (2023) y Stenseke (2022) coinciden en que la transparencia y la trazabilidad de los procesos algorítmicos son condiciones esenciales para generar confianza y legitimidad en la adopción de estas tecnologías. La evidencia apunta a que solo mediante políticas de transparencia y responsabilidad compartida podrá garantizarse que la IA sea una herramienta ética, respetuosa de los derechos humanos y alineada con los valores educativos.

La transparencia, entendida como la capacidad de rastrear y comprender las decisiones algorítmicas, se ha convertido en un principio transversal en el debate sobre IA y educación. Los estudios revisados resaltan que la opacidad de muchos modelos exige desarrollar estrategias pedagógicas que permitan al estudiantado y al profesorado “trabajar con la caja negra” mediante actividades que descompongan su funcionamiento y sus límites (Bearman & Ajjawi, 2023; Stenseke, 2022). Estas aproximaciones no solo fomentan la alfabetización digital crítica, sino que también promueven una comprensión más matizada del papel de la IA en la mediación del conocimiento. Lo que indica que la transparencia no es únicamente un atributo técnico, sino una competencia formativa que potencia el uso ético y sostenible de la IA en contextos educativos.

En paralelo, la literatura destaca la necesidad de políticas institucionales que garanticen la explicabilidad y trazabilidad de los sistemas utilizados en entornos educativos. Propuestas como la de Bruneau y Arias (2024) apuntan a la obligación de documentar y auditar los algoritmos, asegurando que su adopción cumpla con estándares éticos, técnicos y pedagógicos. Este enfoque integrador permite alinear la innovación tecnológica con marcos de responsabilidad y confianza social. Por lo que la implementación de políticas de transparencia robustas puede ser un factor determinante para que la IA contribuya de manera legítima y verificable a una educación ética y socialmente responsable.

3. Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con diseño documental y analítico-comparativo; se orientó a la identificación de vacíos teóricos, inconsistencias conceptuales y oportunidades de innovación en la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en el sistema educativo desde el marco de la sostenibilidad. El uso de un enfoque cualitativo se justificó porque el objetivo no fue medir cuantitativamente el uso de la IA, sino que se analizó críticamente sus fundamentos epistemológicos y ontológicos, así como sus implicaciones éticas y de sostenibilidad (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Este tipo de análisis requirió interpretar conceptos, modelos y marcos normativos, así como la recolección de métricas o indicadores numéricos.

3.1. Justificación del enfoque metodológico

Se optó por un enfoque documental y comparativo de marcos conceptuales en IA educativa, sustentado en la necesidad de bases epistemológicas y ontológicas claras para evitar sesgos y garantizar un uso responsable, tal como lo exigieron la ética y la calidad educativa.

3.2. Técnicas de análisis utilizadas

3.2.1. BÚSQUEDA ESTRUCTURADA EN SCOPUS Y MAPEO TEMÁTICO

La búsqueda bibliográfica se realizó el 5 de agosto de 2025 en Scopus, con la ecuación “artificial intelligence” AND education AND (epistemology OR ontology) AND (sustainability OR ethical OR ethics OR “sustainable development”) en título, resumen y palabras clave. Se filtraron documentos publicados entre 2015 y julio de 2025, en inglés y español, limitados a artículos revisados por pares, capítulos de libro y actas de congreso en Ciencias Sociales, Ciencias de la Computación y Artes y Humanidades. Se incluyeron estudios sobre inteligencia artificial

en contextos educativos con enfoque epistemológico u ontológico y referencias éticas o de sostenibilidad; se excluyeron trabajos puramente técnicos, sin texto completo o duplicados. La búsqueda fue ejecutada siguiendo PRISMA-S (Rethlefsen *et al.*, 2021) y PRISMA-ScR (Tricco *et al.*, 2018). El diagrama PRISMA adaptado (Page *et al.*, 2021). El análisis identificó 36 registros; se eliminaron 2 por duplicidad. Se evaluaron 34 registros por título y resumen, excluyendo 12 por no cumplir con los criterios establecidos. Los 22 documentos restantes fueron revisados en texto completo y todos fueron incluidos en la síntesis final.

3.2.2. TABLA COMPARATIVA

Se compararon marcos de referencia internacionales (p. ej., Recomendación de la UNESCO sobre Ética de la IA) y nacionales (proyecto de Ley de IA en México). Así como dimensiones comparadas: alcance epistemológico, claridad ontológica, alineación con ciencia abierta, criterios de sostenibilidad.

3.2. Resultados preliminares

El análisis documental confirmó que el campo se encontró en una fase híbrida entre exploración conceptual y aplicación práctica, con predominio de estudios que priorizaron la innovación técnica sobre la validación epistemológica. Se encontraron dos familias de marcos que dominaron la literatura: (a) marcos normativos/éticos y (b) marcos pedagógico-epistemológicos. Los primeros (ej. UNESCO) establecieron principios generales sobre equidad, transparencia y responsabilidad; los segundos ofrecieron estrategias prácticas para integrar IA en procesos de enseñanza-aprendizaje, pero con distinto nivel de profundidad epistemológica.

Se encontraron limitaciones epistemológicas frecuentes, ya que varios marcos técnicos y aplicaciones educativas no exigieron trazabilidad ni criterios de falsabilidad explícitos; en la práctica, se propusieron medidas de explicabilidad y supervisión humana, pero pocas propuestas articularon cómo convertir las salidas algorítmicas en conocimiento reproducible y crítico según criterios filosóficos clásicos (p. ej. Popper).

Floridi & Chiriatti (2020) y estudios sobre grandes LLM hicieron énfasis en la naturaleza correlacional (no-intencional) de los modelos, lo que exigió precaución respecto a tratarlos como fuentes epistemológicas por sí mismas.

En cuanto a las diferencias ontológicas explícitas, algunos autores conceptualizaron la IA como herramienta instrumental (requiere mediación humana y juicio pedagógico), mientras que otros la discutieron como actor o agente con efectos performativos en la ecología del aula. Esta diferencia no fue terminológica; condicionó las recomendaciones regulatorias y de diseño curricular. Algunos marcos críticos (Searle, Ferrario; y trabajos en la ética de AIED) puntualizaron las consecuencias normativas de asumir una u otra ontología.

Además, algunas contribuciones pedagógicas recientes propusieron prácticas concretas (p. ej., “trabajar con la caja negra” mediante laboratorios de interpretabilidad, actividades de desmontaje de outputs y coevaluación humano-máquina) que sí abordaron trazabilidad, limitaciones y validación humana, acercándose a criterios de validez epistemológica. Estas propuestas fueron especialmente visibles en la literatura educativa crítica (Bearman & Ajjawi; Luckin).

Por último, en cuanto a marcos normativos, documentos como la Recomendación de la UNESCO incorporaron criterios sólidos (transparencia, rendición de cuentas, derechos humanos, sostenibilidad), pero en general no ofrecieron indicadores técnicos ni protocolos para evaluar la validez epistemológica de las salidas de IA en contextos educativos: quedaron en el plano de principios (ver Tabla 1).

Tabla 1. Matriz comparativa Epistemología – Ética – Ontología

Autor / Marco	Epistemología	Ética	Ontología
Floridi & Chiriatti (2020)	La IA no genera conocimiento autónomo, sino que procesa y recombina información; se requiere evaluar la validez del conocimiento derivado.	Necesidad de trazabilidad y responsabilidad en decisiones asistidas por IA.	La IA es un artefacto informacional, no un agente cognitivo; debe situarse dentro de redes sociotécnicas.
Holmes et al. (2022)	Propone marcos para validar aprendizajes generados con IA, incluyendo métodos de evaluación continua.	Advierte sobre sesgos en sistemas adaptativos y propone formación docente en ética algorítmica.	La IA, como herramienta mediadora entre contenido y aprendiz, requiere modelar sus límites.
UNESCO (2021–2022)	Recomienda ciencia abierta y datos FAIR como base para IA educativa. Findable, Accesible, Interoperable, Reusable.	Principios de equidad, inclusión, sostenibilidad y transparencia.	IA como parte de ecosistemas educativos sostenibles, con diversidad cultural.
Luckin (2017, 2020)	La IA debe personalizar el aprendizaje basándose en modelos claros del conocimiento.	Responsabilidad compartida entre desarrolladores y docentes.	IA como socio de aprendizaje, no reemplazo.
Bearman & Ajjawi (2023)	La comprensión de la “caja negra” de la IA es clave para un uso educativo responsable.	Transparencia como base para confianza institucional.	IA como sistema opaco susceptible de interpretación crítica.

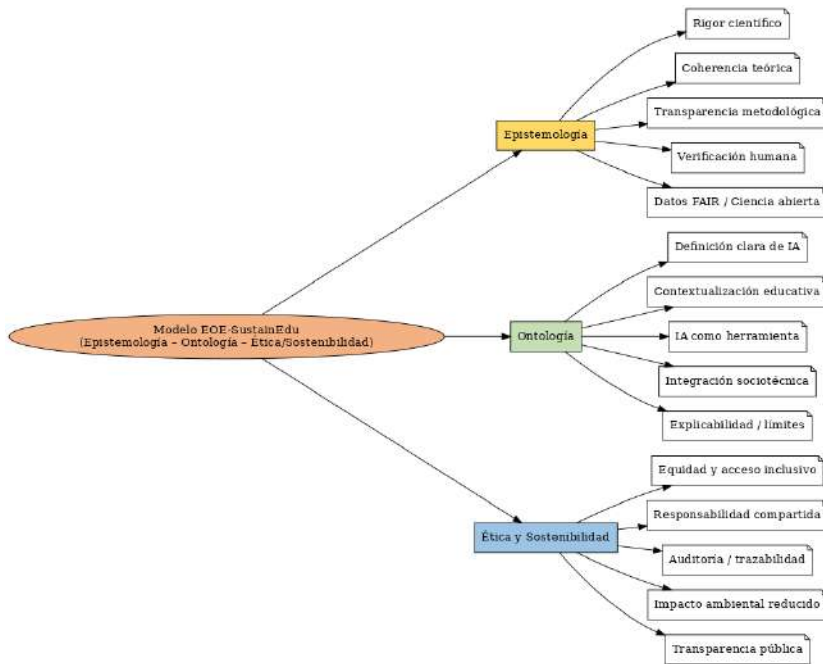
Fuente. Elaboración propia con base en autores citados.

3.2. Propuesta de un modelo conceptual

Para la construcción de este modelo, se consideraron marcos que proporcionaron procedimientos concretos, más allá de principios. En su mayoría, los marcos definieron la IA como complemento mediado por humanos. La UNESCO y otros documentos institucionales ofrecieron excelentes principios; pocos marcos propusieron indicadores para

medir validez epistemológica o coherencia ontológica; ese es el vacío operativo que este trabajo intenta cubrir (ver Figura 1).

Figura 1. Modelo conceptual: Modelo EOE-SustainEdu: Sistema Integral para la Evaluación de la Validez, Coherencia y Responsabilidad en la Educación con IA



Fuente: Elaboración propia.

El modelo surge del análisis comparativo de marcos internacionales (UNESCO, OCDE, proyecto de Ley de IA en México) y propuestas académicas clave (Floridi & Chiriatti, 2020; Holmes et al., 2022; Luckin, 2018), que coinciden en tres ejes críticos para una adopción responsable de IA en educación. Mientras que los indicadores propuestos son una construcción metodológica propia que busca operacionalizar dichos principios para evaluaciones comparativas futuras (ver tabla 2).

Tabla 2. Dimensiones e indicadores del modelo EOE-SustainEdu

Dimensión	Indicador	Fuente principal	Métrica / Escala	Evidencia exigida
Epistemología	Rigor científico (validación de outputs).	Floridi & Chiriatti (2020); Holmes <i>et al.</i> (2022).	% de outputs revisados y validados por expertos.	Registro de coevaluaciones y trazas de citación.
	Coherencia teórica (alineación con teorías del aprendizaje).	Luckin (2017, 2020).	N.º de referencias explícitas a teorías pedagógicas.	Documentación curricular que justifique la alineación.
	Transparencia metodológica (documentación de fuentes y modelos).	Bearman & Ajjawi (2023); UNESCO (2021–2022).	Escala 1–5 de nivel de apertura documental.	Acceso público a datasets, algoritmos y protocolos.
	Verificación humana de resultados.	Floridi & Chiriatti (2020).	% de outputs con revisión docente/humana.	Evidencia de rúbricas, reportes de control de calidad.
	Uso de datos FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) y ciencia abierta.	UNESCO (2021–2022).	% de datasets que cumplen FAIR.	Metadatos abiertos y repositorios accesibles.
Ontología	Definición clara de IA (conceptual y funcional).	Floridi & Chiriatti (2020); Holmes <i>et al.</i> (2022).	Escala 1–5 de claridad conceptual.	Declaración explícita en la documentación del sistema.
	Contextualización educativa (adaptación a cultura y contexto).	UNESCO (2021–2022).	N.º de contextos/idiomas integrados.	Evidencia de inclusión de lenguas y referencias locales.

Dimensión	Indicador	Fuente principal	Métrica / Escala	Evidencia exigida
Ontología	Rol de la IA como herramienta, no sustituto.	Luckin (2017, 2020)	% de actividades donde IA complementa y no sustituye.	Planes de clase con mediación docente.
	Integración en redes sociotécnicas.	Floridi & Chiriatti (2020).	Escala 1–5 de nivel de integración.	Reportes de interacción entre IA, docentes y estudiantes.
	Explicabilidad y modelado de límites.	Bearman & Ajjawi (2023).	N.º de actividades curriculares sobre explicabilidad.	Registros de talleres/laboratorios de interpretabilidad.
	Equidad y acceso inclusivo.	UNESCO (2021–2022).	Índice de equidad (acceso por grupos socioeconómicos).	Datos desagregados de usuarios beneficiados.
Ética y Sostenibilidad	Responsabilidad compartida (docentes-desarrolladores).	Luckin (2017, 2020); Holmes <i>et al.</i> (2022).	N.º de protocolos de corresponsabilidad.	Actas y convenios de distribución de roles.
	Auditoría y trazabilidad algorítmica.	Floridi & Chiriatti (2020).	N.º de procesos auditados anualmente.	Reportes de auditoría accesibles públicamente.
	Impacto ambiental reducido.	UNESCO (2021–2022).	Huella de carbono estimada / consumo energético.	Certificaciones de sostenibilidad o cálculos de impacto.
	Transparencia pública (reportes de rendimiento/errores).	Bearman & Ajjawi (2023).	N.º de reportes publicados por año.	Acceso público a informes técnicos e institucionales.

Fuente: Elaboración propia con fundamento en autores citados.

La Tabla 2 sintetizó la operacionalización del modelo *EOE-SustainEdu*, estructurado en tres dimensiones —epistemológica, ontológica y ética-sostenible—, con indicadores específicos, métricas asociadas y la evidencia exigida para su validación en contextos educativos. En el plano epistemológico, los resultados mostraron que se consideraron criterios como el rigor científico, la coherencia teórica, la transparencia metodológica y la verificación humana de resultados. Estos indicadores se midieron mediante métricas como el porcentaje de outputs revisados por expertos o la proporción de datasets que cumplieron con los principios FAIR, y exigieron evidencias documentadas en rúbricas de evaluación, repositorios abiertos o registros de citación que permitieron comprobar la trazabilidad del conocimiento generado por la IA. Estos hallazgos sugieren que la validación epistemológica requiere tanto procesos técnicos como mecanismos de revisión humana.

En la dimensión ontológica, los indicadores se enfocaron en delimitar conceptualmente la naturaleza y el rol de la IA, desde su definición funcional hasta su integración en redes sociotécnicas. El análisis incluyó métricas como el número de sistemas que explicitaron sus límites operativos o el grado de mediación docente en los procesos de enseñanza, mientras que la evidencia exigida se materializó en manuales técnicos, lineamientos curriculares o protocolos pedagógicos que documentaron la función real de la IA en el aula. Estos resultados indican que la ontología de la IA en educación no es meramente técnica, sino que condiciona recomendaciones normativas y pedagógicas.

Finalmente, en la dimensión ética y de sostenibilidad, los indicadores incorporaron la equidad en el acceso, la responsabilidad compartida entre docentes y desarrolladores, la auditoría algorítmica, el impacto ambiental reducido y la transparencia pública. Las métricas vinculadas incluyeron el número de auditorías realizadas, el índice de inclusión en el acceso a tecnologías o las emisiones de carbono reportadas en infraestructura digital. La evidencia exigida se reflejó en informes de sostenibilidad, reportes institucionales de rendimiento y protocolos de gobernanza que acreditan el cumplimiento de dichos criterios. Estos resultados confirman que el abordaje ético-sostenible constituye un eje transversal para legitimar la integración de la IA en la educación.

En conjunto, el uso combinado del análisis documental y el análisis comparativo permite fundamentar la propuesta del modelo *EOE-SustainEdu* sobre una base teórica y empírica robusta. La revisión

sistemática de literatura especializada, junto con la contrastación de marcos conceptuales y normativos, facilita la identificación de vacíos epistemológicos, retos éticos y limitaciones ontológicas en la integración de la IA en educación. Estos métodos posibilitan la formulación de indicadores claros y operativos que, sustentados en evidencia y en referentes reconocidos, fortalecieron la discusión crítica posterior y garantizan que las recomendaciones se apoyen en criterios verificables y coherentes con las tendencias internacionales.

4. Discusión

La discusión se orienta a problematizar los hallazgos a la luz de la literatura revisada y de los marcos normativos internacionales y nacionales, situando la inteligencia artificial en un cruce de tensiones entre innovación tecnológica y responsabilidad educativa. Este análisis busca interpretar sus implicaciones teóricas, prácticas y políticas, así como señalar las limitaciones y proyecciones de la propuesta. Bajo esta perspectiva, el modelo EOE-SustainEdu se coloca como un punto de partida para repensar la integración de la IA en la educación desde un horizonte crítico y sostenible.

4.1. Síntesis de hallazgos y contraste con la literatura

La evidencia analizada permite establecer que la incorporación de inteligencia artificial (IA) en el sistema educativo avanza con rapidez, pero sin un marco unificado que integre fundamentos epistemológicos, ontológicos y de ética. Esta ausencia genera riesgos significativos para la calidad del conocimiento, la equidad en el acceso y la autonomía institucional. En esta sección se contrastan los hallazgos con los marcos internacionales y nacionales revisados, y se presenta un modelo conceptual que busca atender esas carencias.

El análisis conjunto del estado del arte y del estado de la cuestión evidencia un escenario de contrastes para la implementación del modelo EOE-SustainEdu. A nivel mundial, las directrices de la UNESCO y la OCDE aportan un marco normativo y ético sólido que fortalece la viabilidad del

modelo, pues sus principios de equidad, transparencia y sostenibilidad coinciden con sus ejes epistemológico, ontológico y ético.

4.2. Implicaciones (teóricas, prácticas y de política pública)

Las implicaciones teóricas de este trabajo se relacionan con la necesidad de replantear los fundamentos epistemológicos y ontológicos de la inteligencia artificial en educación. El modelo EOE-SustainEdu contribuye a llenar un vacío conceptual, ya que ofrece indicadores que permiten evaluar no solo la validez del conocimiento generado por la IA, sino también su coherencia con los roles humanos en la enseñanza. En este sentido, el marco propuesto fortalece el estado del arte al vincular discusiones filosóficas con criterios operativos, evitando que la IA educativa se reduzca a un instrumento técnico carente de sustento epistemológico.

En el plano práctico, las implicaciones se expresan en la posibilidad de que instituciones educativas utilicen este modelo como herramienta para monitorear, auditar y validar la pertinencia de la IA en contextos reales. La integración de indicadores concretos en torno a trazabilidad, explicabilidad y alineación pedagógica brinda a docentes y gestores un recurso que facilita la toma de decisiones informadas. Sin embargo, el impacto de este marco depende de la preparación digital y crítica de los actores involucrados; si no se desarrollan capacidades de formación masiva, el modelo corre el riesgo de permanecer en el nivel conceptual sin traducirse en cambios efectivos en el aula.

Por su parte, las implicaciones de política pública evidencian la urgencia de contar con marcos regulatorios claros y vinculantes que acompañen la rápida expansión tecnológica. En el ámbito internacional, la falta de estándares homogéneos genera riesgos de fragmentación, mientras que en Iberoamérica la escasa formación docente y la heterogeneidad en la adopción tecnológica acentúan la desigualdad en la aplicación. No obstante, estas debilidades también abren la oportunidad de posicionar el modelo como referente metodológico que aporte métricas allí donde las políticas actuales solo enuncian principios generales.

En México, iniciativas recientes como la aprobación legislativa para incorporar la IA en planes educativos publicada en la Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados (2025) y el Observatorio

Interinstitucional de IA en Educación Superior presentado en el Foro Nacional de La Universidad Anáhuac México (2025) representan fortalezas institucionales que podrían respaldar su adopción, siempre que se acompañe de estrategias normativas flexibles y formación continua. El verdadero desafío radica en evitar que la IA se convierta en un factor de mayor desigualdad; su potencial se cumple únicamente si se alinea con principios éticos y de sostenibilidad, logrando que este modelo sea reconocido como estándar evaluativo aplicable a distintos contextos educativos (ver Tabla 3).

Tabla 3. Implicaciones del modelo EOE-SustainEdu en el sistema educativo

Dimensión	Aportes	Riesgos/Debilidades	Oportunidades
Teórica	Vincula fundamentos epistemológicos, ontológicos y éticos en un marco operativo; aporta indicadores verificables para el estado del arte.	Permanecer como propuesta conceptual sin validación empírica; dificultad de aceptación en comunidades técnicas.	Consolidar un nuevo estándar teórico-metodológico para IA educativa en Iberoamérica.
Práctica	Proporciona indicadores concretos (trazabilidad, explicabilidad, alineación pedagógica) que apoyan a docentes y gestores.	Limitada preparación digital de estudiantes y profesores; riesgo de baja adopción en aula.	Implementar pilotos en instituciones para ajustar y validar el modelo; fortalecer la formación crítica en IA.
Política pública	Sirve como insumo para normativas educativas y marcos regulatorios emergentes; alinea principios éticos con operatividad.	Falta de estándares globales y marcos integrales en Iberoamérica; heterogeneidad en la adopción tecnológica.	Posicionar el modelo como referente en México e Iberoamérica; articularlo con el Observatorio de IA y las propuestas legislativas nacionales.

Nota: Elaboración propia a partir del análisis de la literatura y marcos normativos (Floridi & Chiriatti, 2020; UNESCO, 2021, 2022; Holmes *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2023; Bulut *et al.*, 2024).

4.3 Limitaciones y amenazas a la validez (delimitación geográfica, sesgo de publicación, cobertura de fuentes, etc.)

Las limitaciones de este estudio se relacionan principalmente con el carácter documental de la investigación y la dependencia de fuentes secundarias. Aunque la búsqueda bibliográfica en Scopus se diseñó siguiendo lineamientos PRISMA-S y PRISMA-ScR para garantizar transparencia y replicabilidad (Tricco *et al.*, 2018; Rethlefsen *et al.*, 2021), la cobertura de fuentes sigue siendo parcial, dado que no se incluyeron bases complementarias como Web of Science o ERIC, lo que puede restringir la exhaustividad del análisis. Asimismo, existe un sesgo de publicación, ya que la literatura con mayor visibilidad y citación proviene de contextos anglosajones, mientras que la producción académica en español y portugués aparece subrepresentada, limitando la incorporación de perspectivas iberoamericanas en el estado del arte.

En cuanto a la delimitación geográfica, el modelo se desarrolla con un énfasis particular en México, tomando como referencia iniciativas legislativas y académicas recientes (Cámara de Diputados, 2025; Universidad Anáhuac México, 2025). Si bien este enfoque permite generar propuestas contextualizadas, también implica que su aplicabilidad internacional deba ser evaluada con cautela, pues las condiciones institucionales, regulatorias y culturales varían de manera significativa entre regiones.

Otra amenaza a la validez proviene de la rapidez con que evolucionan las tecnologías de IA. Estudios recientes sobre modelos de lenguaje a gran escala (Floridi & Chiriatti, 2020; Holmes *et al.*, 2022; Yan *et al.*, 2023; Bulut *et al.*, 2024) muestran que los marcos conceptuales se quedan rápidamente obsoletos frente a nuevas generaciones de sistemas. Esta temporalidad afecta la estabilidad del marco propuesto, que requiere de actualizaciones constantes para mantener su pertinencia epistemológica, ontológica y ética.

Finalmente, la falta de validación empírica constituye una limitación central. El modelo EOE-SustainEdu ofrece indicadores claros, pero aún no se ha aplicado en entornos educativos reales ni sometido a procesos de coevaluación con docentes y estudiantes. En consecuencia, sus conclusiones deben interpretarse como propuestas teóricas y operativas en desarrollo, más que como resultados definitivos. A pesar

de estas limitaciones, el marco ofrece un punto de partida robusto para orientar futuras investigaciones comparativas y aplicaciones prácticas en diferentes niveles educativos.

4.4. Aportaciones Teórica (SCIENTIA) y práctica (PRAXIS)

Esta investigación aporta un marco conceptual para evaluar la integración de la inteligencia artificial (IA) en el sistema educativo, mediante el desarrollo del modelo *EOE-SustainEdu*. A partir de un análisis comparativo de referentes internacionales (UNESCO, OCDE, OEI) y marcos académicos consolidados (Floridi & Chiriatti, 2020; Holmes et al., 2022; Luckin, 2020), se sintetizaron indicadores específicos para medir la validez epistemológica, la coherencia ontológica y el impacto ético-sostenible de las tecnologías de IA. Esta contribución teórica avanza el estado del conocimiento al unificar tres dimensiones tradicionalmente abordadas de forma fragmentada, ofreciendo un modelo integrador que puede ser replicado o adaptado para evaluar políticas, proyectos o herramientas educativas en diversos contextos.

En el plano aplicado, el modelo *EOE-SustainEdu* ofrece una herramienta funcional y operativa para que centros públicos de investigación, autoridades educativas y comunidades académicas puedan diagnosticar y monitorear el uso responsable de la IA en educación. Los indicadores propuestos facilitan la comparación entre proyectos, la identificación de riesgos, brechas o sesgos, y el seguimiento de metas relacionadas con equidad, sostenibilidad y transparencia. Al incorporar métricas claras y verificables, la propuesta posibilita la toma de decisiones basadas en evidencia, fortaleciendo la gobernanza tecnológica y asegurando que las innovaciones respondan a objetivos educativos de calidad, pertinencia y justicia social.

4.5. Líneas futuras (validación empírica del EOE-SustainEdu)

Las líneas futuras de investigación se orientan a la validación empírica del modelo *EOE-SustainEdu*. Si bien la propuesta se fundamenta en un análisis documental y comparativo de marcos normativos y aca-

démicos, resulta indispensable someter sus indicadores a pruebas en contextos educativos reales. Una primera fase puede desarrollarse mediante estudios piloto en instituciones de educación superior en México, donde el modelo se aplique para evaluar cursos o programas que ya integran inteligencia artificial. Estos ensayos permitirían contrastar la pertinencia de los indicadores epistemológicos, ontológicos y éticos-sostenibles en la práctica, así como ajustar su formulación de acuerdo con la experiencia docente y las percepciones estudiantiles.

Asimismo, se reconoce la necesidad de impulsar investigaciones comparativas en distintos niveles educativos y contextos socioculturales, de manera que se determine la transferibilidad del modelo más allá del ámbito universitario. La colaboración internacional con organismos como UNESCO y OCDE ofrece un marco idóneo para consolidar esta validación, integrando datos de instituciones iberoamericanas y europeas que enfrenten retos similares.

Finalmente, se plantea la importancia de fortalecer el diálogo interdisciplinario entre filosofía, pedagogía y ciencias computacionales. Este enfoque permitiría refinar los criterios de trazabilidad, explicabilidad y sostenibilidad, asegurando que el modelo no solo conserve su rigor conceptual, sino que también responda a las transformaciones aceleradas de la inteligencia artificial. En consecuencia, la validación empírica del EOE-SustainEdu no solo representa una exigencia metodológica, sino una condición necesaria para consolidarlo como herramienta práctica de evaluación y política educativa en la era digital.

5. Conclusión

La conclusión retoma los planteamientos centrales de la investigación con el fin de valorar en qué medida el modelo EOE-SustainEdu logra responder a la pregunta crítica que guió el estudio y cuáles son las proyecciones que se derivan de su aplicación. Este apartado busca ofrecer una síntesis integradora que articule los hallazgos con los marcos conceptuales revisados, resaltando los aportes teóricos y prácticos alcanzados, así como los desafíos pendientes para la consolidación de un marco evaluativo sólido en torno a la inteligencia artificial en educación.

5.1. Cómo responde a la pregunta de investigación base del ensayo

La pregunta central planteada es: ¿Cómo puede evaluarse la validez epistemológica, la coherencia ontológica y el impacto ético-sostenible de la inteligencia artificial en el sistema educativo? En este sentido, este ensayo responde a la pregunta de investigación demostrando que la validez epistemológica, la coherencia ontológica y el impacto sostenible de la inteligencia artificial en educación pueden evaluarse mediante el *modelo EOE-SustainEdu*, que integra indicadores precisos para medir calidad del conocimiento, alineación con el rol humano y principios ético-sostenibles. Asimismo, basado en evidencia comparativa y marcos normativos internacionales, el modelo ofrece una herramienta aplicable para instituciones y responsables de política educativa, fortaleciendo la capacidad de implementar la IA de forma responsable, equitativa y coherente con las finalidades de la educación.

5.2. Hallazgos del ensayo

El estudio identifica que la integración de la IA en educación exige evaluar su validez epistemológica, coherencia ontológica y alineación ética-sostenible. Por tanto, como aporte teórico (*Scientia*), se propone el modelo *EOE-SustainEdu*, que unifica marcos internacionales y académicos en un esquema de indicadores comparables, fortaleciendo el estado del arte. En paralelo, como aporte práctico (*Praxis*), el modelo ofrece una herramienta operativa para que actores educativos valoren de forma estructurada la pertinencia, riesgos y oportunidades de la IA, facilitando su implementación alineada con principios de equidad, inclusión y sostenibilidad.

5.3. Alcances finales del ensayo

En consecuencia, el presente ensayo articula un marco comparativo sólido y un modelo operativo para evaluar la IA educativa desde dimensiones epistemológicas, ontológicas y éticas-sostenibles. No obstante, su

alcanse está condicionado por la naturaleza documental del análisis, la ausencia de validación empírica en contextos reales y la limitada diversidad geográfica de fuentes. Además, factores como la disponibilidad de datos, recursos técnicos y voluntad institucional pueden influir en la aplicabilidad plena del modelo.

5.4. Recomendaciones futuras

Finalmente, se recomienda implementar el modelo EOE-SustainEdu en fases piloto dentro de instituciones educativas representativas de distintos niveles y contextos socioculturales, con el fin de validar y ajustar sus indicadores. Asimismo, es esencial fomentar alianzas entre universidades, organismos internacionales y desarrolladores de tecnología para garantizar la transparencia, trazabilidad y pertinencia pedagógica de las soluciones de IA. De igual manera, se sugiere que las políticas públicas incluyan marcos normativos flexibles que faciliten la adaptación a la evolución tecnológica sin comprometer principios éticos y de sostenibilidad.

6. Referencias

- Aradhya, S., Facio, F. M., Metz, H., Manders, T. & Collins, F. S. (2023). Applications of artificial intelligence in clinical genomics: Current status and future directions. *American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics*, 193(3), e32057. <https://doi.org/10.1002/ajmg.c.32057>
- Bearman, M. & Ajjawi, R. (2023). Learning to work with the black box: Pedagogy for AI in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 54(5), 1160–1174. <https://doi.org/10.1111/bjet.13337>
- Bulut, O., Beiting-Parrish, M., Casabianca, J. M., Slater, S. C., Jiao, H., Song, D., ... Liu, J. X. (2024). *The Rise of Artificial Intelligence in Educational Measurement: Opportunities and Ethical Challenges* [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2406.18900>
- Burrell, J. (2016). How the machine ‘thinks’: Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data & Society*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.1177/2053951715622512>

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025, 29 de mayo). *Iniciativa con proyecto de decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley General de Educación y de la Ley General de Educación Superior en materia de Inteligencia Artificial* [Gaceta Parlamentaria, núm. 6848]. <https://gaceta.diputados.gob.mx/Gaceta/66/2025/may/20250529.html>
- Coeckelbergh, M. (2025). AI and Epistemic Agency: How AI Influences Human Knowledge Practices. *Inquiry*, 68(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02691728.2025.2466164>
- Ferrario, A., Loi, M. & Viganò, E. (2020). In AI we trust incrementally: a multi-layer model of trust to analyze human-artificial intelligence interactions. *Philosophy & Technology*, 33, 523–539. <https://doi.org/10.1007/s13347-019-00378-3>
- Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681–694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, R., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. M. & Koedinger, K. (2022). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Knochel, A. D. (2023). Midjourney Killed the Photoshop Star: The Rise of Generative AI in Art and Design Education. *Studies in Art Education*, 64(4), 345–359. <https://doi.org/10.1080/00393541.2023.2255085>
- Krammer, S. M. S. (2025). Is there a glitch in the matrix? Artificial intelligence in the classroom. Organization. <https://doi.org/10.1177/13505076231217667>
- Lin, Z. (2023). Why and how to embrace AI such as ChatGPT in your academic life. *Royal Society Open Science*, 10(8), 230658. <https://doi.org/10.1098/rsos.230658>
- Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems. *Nature Human Behaviour*, 1(3), 0028. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0028>
- Mejía-Trejo, J. (2024a). *Fundamentos de ingeniería de prompts con ChatGPT como innovación impulsora de la creatividad*. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI). <https://doi.org/10.55965/abib.9786076984505>
- Mejía-Trejo, J. (2024b). *Social Innovation with Impact. Defining the Path to a Sustainable World*. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI). <https://doi.org/10.55965/abib.9786076984529>

- Mejía-Trejo, J. (2025). *Inteligencia artificial y su repercusión en la educación superior*. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI). <https://doi.org/10.55965/abib.9786076984543>
- OECD. (2024). *Education at a Glance 2024*. OECD. <https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>
- OECD. (2025). *Tendencias que configuran la educación 2025*. SUMMA. <https://summaedu.org/agenda/la-ocde-presenta-tendencias-de-la-educacion-2025/>
- OEI (Organización de Estados Iberoamericanos). (2025). *La llegada de la IA a la educación en América Latina: en construcción*. OEI. <https://oei.int/wp-content/uploads/2025/06/la-llegada-de-la-ia-a-la-educacion-en-al-en-construccion-oei-profuturo.pdf>
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2024). *OECD Digital Economy Outlook 2024*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/d2f04704-en>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews*. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Popper, K. (1972). *Objective knowledge: An evolutionary approach*. Oxford University Press.
- Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J. & Koffel, J. B. (2021). *PRISMA-S: An extension to the PRISMA Statement for reporting literature searches in systematic reviews*. *Systematic Reviews*, 10(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01542-z>
- Rismani, S. & Moon, A. (2023). What does it mean to be a responsible AI in learning and society? *Proceedings of the 2023 ACM Conference on Learning at Scale*, 1–5. <https://doi.org/10.1145/3600211.3604702>
- Sarmiento, A. (2025, 30 de mayo). *México prepara marco legal para regular la inteligencia artificial*. MobileTime. <https://mobiletime.la/noticias/30/05/2025/marco-legal-ia/>
- Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417–457. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00005756>
- Stenseke, J. (2022). Interdisciplinary confusion and resolution in artificial intelligence ethics. *Science and Engineering Ethics*, 28(3), 24. <https://doi.org/10.1007/s11948-022-00378-1>
- Swindell, A., Greeley, L., Farag, A. & Verdone, B. (2024). Against Artificial Education: Towards an ethics of co-presence in the age of generative AI. *Online Learning*, 28(2), 123–140. <https://doi.org/10.24059/olj.v28i2.4438>

- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., ... & Straus, S. E. (2018). *PRISMA-ScR: Checklist and explanation for scoping reviews*. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- UNESCO & Secretaría de Educación Pública. (2025, 24 de enero). *La Inteligencia Artificial estará al servicio de la educación y de las personas en México*. UNESCO. <https://www.unesco.org/es/articulos/la-inteligencia-artificial-estara-al-servicio-de-la-educacion-y-de-las-personas-en-mexico>
- UNESCO. (2019). *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- UNESCO. (2021–2022). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
- UNESCO. (2023, 12 de octubre). *La inteligencia artificial en la educación: 5 cambios que veremos este 2025*. Wired. <https://es.wired.com/articulos/ia-en-la-educacion-5-cambios-que-veremos-este-2025>
- UNESCO. (2024, 3 de julio). *UNESCO presents Artificial Intelligence Readiness Assessment of Mexico*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-presents-artificial-intelligence-readiness-assessment-mexico>
- UNESCO. (2024, 7 de marzo). *Generative AI: UNESCO study reveals alarming evidence of regressive gender stereotypes*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/articles/generative-ai-unesco-study-reveals-alarming-evidence-regressive-gender-stereotypes>
- Universidad Anáhuac México. (2025, 14 de marzo). *Foro Nacional de Inteligencia Artificial en la Educación Superior: Presentación del Observatorio Interinstitucional de IA en Educación Superior (OIIAES)*. Universidad Anáhuac México. <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/foro-nacional-de-ia-sep-2025-anahuac>
- Valentini, A. & Blancas, A. (2025, 8 de agosto). *Un informe de la UNESCO subraya la marcada distancia que existe entre la educación y las necesidades de aprendizaje de la IA*. Infobae. <https://www.infobae.com/educacion/2025/08/08/un-informe-de-la-unesco-subraya-la-marcada-distancia-que-existe-entre-la-educacion-y-las-necesidades-de-aprendizaje-de-la-ia/>
- van Norren, D. E. (2023). The ethics of artificial intelligence, UNESCO and the role of academia. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 21(4), 559–576. <https://doi.org/10.1108/JICES-04-2022-0037>
- Viegas, C. V., Bond, A. J., Vaz, C. R., Borchardt, M., Pereira, G. M. & Selig, P. M. (2016). Critical attributes of sustainability in higher education—A categorisation from literature review. *Journal of Cleaner Production*, 126, 260–276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.106>
- Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martinez-Maldonado, R., Chen, G., ... Jin, Y. (2023). *Practical and Ethical Challenges of Large Language Models in*

Capítulo 6. Gestión del conocimiento y sostenibilidad educativa: Modelo EOE-SustainEdu para evaluar la inteligencia artificial desde perspectivas epistemológicas y ontológicas

Education: A Systematic Scoping Review [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2303.13379>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 7

La importancia de la inteligencia artificial para una gestión sustentable en el sector agroalimentario

Ricardo de Jesús Nuño-Velasco¹
Ricardo Nuño-Romero²

Resumen

El propósito del ensayo fue el de evaluar y discutir cómo la Agricultura 4.0 puede constituirse en una herramienta estratégica para la transición hacia modelos agrícolas sostenibles. Desde una perspectiva interdisciplinaria, el ensayo utilizó una revisión crítica del estado del arte, en la que se analizaron los aportes, limitaciones y tensiones que surgen al aplicar tecnologías avanzadas en el sector agrícola.

-
1. ORCID 0000-0003-0245-4260. Universidad de Guadalajara (U de G), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), México. e-mail: ricardo.nuno@academicos.udg.mx
 2. ORCID 0009-0003-9522-6722. Universidad de Guadalajara (U de G), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), México. e-mail: ricardo.nromero@academicos.udg.mx

Esta revolución tecnológica se enmarca en un momento de la historia humana, donde la crisis climática, la pérdida de biodiversidad y la presión sobre los recursos naturales requieren una reconfiguración urgente de los modelos productivos. A su vez, este estudio se situó en la intersección entre innovación tecnológica, impacto ambiental y desarrollo sustentable, elementos clave para el futuro del planeta.

La Agricultura 4.0 y la inteligencia artificial ofrecen herramientas innovadoras para transformar el modelo agroalimentario global, permitiendo una gestión más eficiente, precisa y adaptativa de los recursos agrícolas. No obstante, la transición hacia un sistema verdaderamente sustentable exigió no solo avances tecnológicos, sino también políticas públicas inclusivas, infraestructura adecuada y una visión integral que considere los impactos sociales y ambientales.

Palabras clave: Agricultura 4.0, Impacto Ambiental, Desarrollo Sustentable.

1. Introducción

¿Cómo puede la Agricultura 4.0 contribuir a reducir el impacto ambiental de la producción agrícola y, al mismo tiempo, fomentar un modelo de desarrollo sostenible? En el contexto de una creciente demanda alimentaria global, el sector agrícola se enfrenta a múltiples desafíos relacionados con la eficiencia, la sustentabilidad y el impacto ambiental. La Agricultura 4.0 surge como una respuesta innovadora que combina tecnologías digitales como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), los sensores remotos y el *Big Data* para transformar los sistemas productivos agrícolas convencionales.

Este ensayo busca analizar si las nuevas tecnologías aplicadas al campo están realmente alineadas con los principios de sustentabilidad, o si simplemente representan una nueva forma de intensificación productiva con riesgos socioambientales no considerados.

La metodología en este trabajo fue mediante una *revisión bibliográfica* de literatura científica reciente (2020–2025), consultando bases de datos como *Scopus* y Google Scholar. Se utilizaron criterios de selección como relevancia temática, rigor científico y actualidad. Se analizaron modelos teóricos como el de *Tecnologías de Agricultura de Precisión (PA)*,

enfoques de *Agricultura Sostenible* y marcos conceptuales como el de *Desarrollo Sostenible de la ONU* (Agenda 2030). Sobre agricultura de precisión, FAO (2023) en sustentabilidad agrícola y tecnologías disruptivas en el agro. La muestra documental constó de aproximadamente 253 fuentes seleccionadas.

Este escrito propone una visión original que combina perspectivas tecnológicas, ambientales y sociales en torno a la Agricultura 4.0; en el mismo se destaca la necesidad de un enfoque integral e interdisciplinario. Lejos de asumir una postura tecnofóbica, el trabajo propone una lectura crítica y contextualizada; en el que se subraya que la sustentabilidad no se alcanza solo con tecnología, sino con políticas inclusivas, educación y participación comunitaria. Esta visión innovadora ofrece un puente entre la innovación y la justicia ambiental, para consolidar una contribución única al debate académico.

2. Desarrollo

Desde la perspectiva schumpeteriana, la innovación tecnológica constituye un proceso de transformación cualitativa que incide tanto en los métodos de producción como en la estructura organizativa de los sistemas productivos. En este marco, la inteligencia artificial (IA) aplicada a la agricultura representa una manifestación concreta de dicha innovación, al introducir algoritmos predictivos, sensores inteligentes y automatización en las prácticas agrícolas. Esta tecnología no sólo se adapta a las condiciones cambiantes del entorno, como la escasez hídrica o la variabilidad climática, sino que también contribuye activamente a su reconfiguración, al redefinir los patrones de uso de recursos, la eficiencia operativa y la sostenibilidad del sector agroalimentario mexicano (Nuño-Velasco *et al.*, 2022).

2.1. Contexto y problematización

Durante las últimas décadas, el sector agroalimentario enfrentó desafíos crecientes relacionados con la seguridad alimentaria, el cambio climático y la degradación ambiental. Frente a esta realidad, diversas

tecnologías emergentes, entre ellas la inteligencia artificial, ofrecieron soluciones innovadoras para optimizar la producción, reducir el uso de recursos naturales y mejorar la eficiencia en toda la cadena agroalimentaria. En este contexto, se desarrolló un interés académico y profesional por estudiar cómo estas herramientas transformaron las prácticas agrícolas y contribuyeron a los objetivos de sustentabilidad (Tzachor *et al.*, 2021).

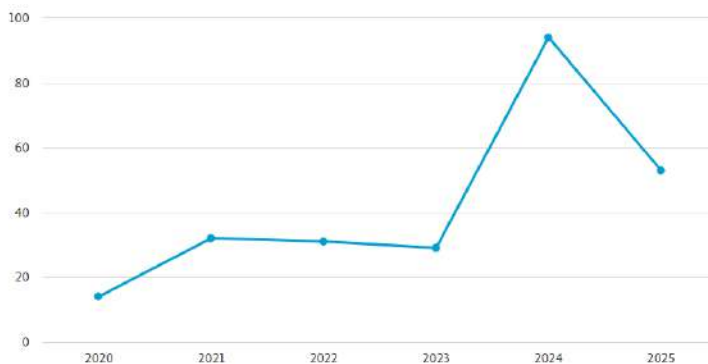
Si bien la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías se promovieron como soluciones prometedoras, surgió la interrogante sobre su verdadero impacto en la sustentabilidad del sector agroalimentario. ¿En qué medida estas innovaciones tecnológicas permitieron alcanzar una gestión sustentable en la agricultura y producción de alimentos, y cuáles fueron sus implicaciones ambientales, sociales y económicas? (Zhang *et al.*, 2021).

2.2. Descripción del estado del arte

Se analizaron 253 documentos en la base de datos de *Scopus* con las siguientes palabras clave: *Agriculture 4.0*, *Environmental Impact*, *Sustainable Development*, todas conectadas con el operador lógico *AND*.

La publicación de los artículos científicos por año se presenta en la Figura 1.

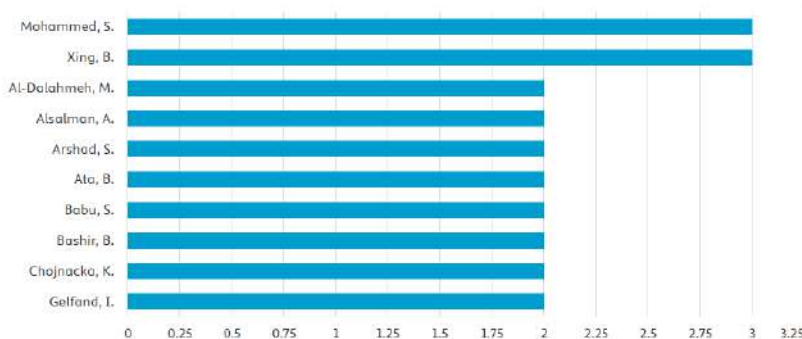
Figura 1. Publicaciones por año



Fuente: Base de datos *Scopus* con adaptación propia (2025).

Se observó que el interés por el tema tuvo un aumento considerable del año 2023 al 2024 y se espera que siga incrementándose de manera relevante en los próximos años. Los autores con más publicaciones se presentan en la Figura 2; las publicaciones por país se presentan en la Figura 3.

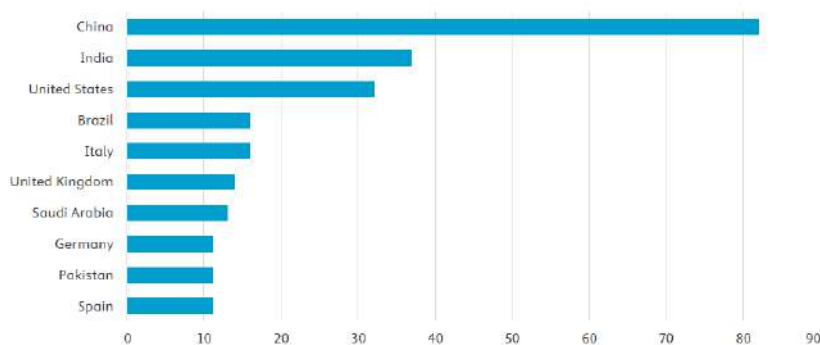
Figura 2. Publicaciones sobre el tema por autor en los últimos 5 años



Fuente: Base de datos *Scopus* con adaptación propia (2025).

Se puede apreciar que el tema es relevante, ya que los principales autores cuentan con 2 o más publicaciones en los últimos 5 años.

Figura 3. Los 10 países con más publicaciones sobre el tema



Fuente: Base de datos *Scopus* con adaptación propia (2025).

Se aprecia que los países en los que más se investiga este tema son: China, India y los Estados Unidos; Brasil destaca como el único país de América Latina, ya que se encontró en el puesto número 4. No es casualidad que los países con mayor población mundial se encuentren en los primeros lugares, ya que la gestión de los recursos mediante la inteligencia artificial para mejorar la producción de alimentos es primordial para ellos debido a su gran población.

2.3. Pertinencia

La agricultura ha sido uno de los pilares fundamentales del desarrollo humano, debido a que tiene gran aportación al abastecimiento de alimentos y es el soporte de algunas economías locales y globales. Sin embargo, en las últimas décadas, el sector agroalimentario ha enfrentado retos complejos como el cambio climático, la degradación de suelos, la escasez de recursos hídricos y una creciente demanda alimentaria por el aumento poblacional. En este entorno, surgió la Agricultura 4.0, una nueva fase de transformación que integró tecnologías digitales avanzadas, entre ellas la inteligencia artificial, con la finalidad de mejorar la eficiencia, la sustentabilidad y la resiliencia de los sistemas de producción agrícolas.

3. Metodología

La metodología empleada en este estudio se fundamenta en un análisis bibliométrico, el cual permite examinar de manera sistemática la evolución del conocimiento en un campo específico de investigación. Este enfoque se basa en la cuantificación de elementos clave como autores, países de afiliación y términos recurrentes, con el propósito de identificar patrones, tendencias y redes de colaboración en la producción científica. Para ello, se ha recurrido a la base de datos Scopus, abarcando desde la publicación inicial de documentos relevantes hasta el periodo más reciente. La elección de Scopus se justifica por su amplia cobertura de literatura revisada por pares y por la disponibilidad

de herramientas analíticas avanzadas que facilitan el rastreo, procesamiento y visualización de la información científica (Loza-Vega, 2022).

3.1. Justificación del enfoque metodológico

Se realizó un estudio bibliométrico centrado en la representación visual de datos, correspondiente al periodo 2020-2025. El propósito principal de este trabajo es brindar a la comunidad científica una perspectiva global, organizada y profunda sobre la evolución del conocimiento en el área objeto de análisis. Esta metodología, de naturaleza cuantitativa, se fundamentó en técnicas avanzadas de minería de datos que permitieron identificar patrones implícitos en extensos cuerpos de literatura científica, mediante la construcción de mapas visuales. En este contexto, la bibliometría se estableció como una herramienta fundamental y ampliamente aceptada en el ámbito académico (Tiantian *et al.*, 2019).

TÉCNICAS DE ANÁLISIS UTILIZADAS

La Metodología fue una revisión bibliográfica de literatura científica reciente (2020–2025); se consultaron bases de datos como *Scopus* y *Google Scholar*. Los criterios de selección fueron: relevancia temática, rigor científico y actualidad. Se analizaron modelos teóricos como el de Tecnologías de Agricultura de Precisión (PA), enfoques de Agricultura Sostenible y marcos conceptuales como el de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (2025). Sobre agricultura de precisión, FAO (2023) en sustentabilidad agrícola y tecnologías disruptivas en el agro. La muestra documental constó de aproximadamente 253 fuentes seleccionadas.

Asimismo, se utilizó el software *VOSviewer*, desarrollado por Waltman y Noyons (2010) en la Universidad de Leiden (Países Bajos), como instrumento clave para el análisis y la visualización. Esta plataforma permitió construir redes bibliométricas basadas en vínculos de co-citación y de colaboración entre autores, lo cual facilita una comprensión estructural más detallada de la producción científica en el dominio estudiado. Para garantizar la validez científica y la rigurosidad de los datos utilizados, se recurrió a fuentes provenientes de *Scopus*, una base de datos reconocida internacionalmente y respaldada por la comunidad académica.

El estudio siguió una metodología secuencial claramente definida. En la primera fase, se estableció un protocolo de revisión sistemática, acompañado del mapeo temático correspondiente, lo cual contempló la recopilación, evaluación y comparación del impacto y la calidad de las publicaciones pertinentes al área de estudio. En la segunda etapa, se procedió con el análisis interpretativo de los resultados obtenidos, con el fin de identificar vacíos epistemológicos y áreas potenciales de investigación futura.

Durante la fase inicial, se llevó a cabo la identificación y selección de documentos científicos mediante los siguientes pasos:

- a. Se ejecutó una búsqueda sistemática utilizando términos clave previamente establecidos en bases de datos académicas como *Scopus*, que ofrecen acceso a un *corpus* especializado de literatura científica.
- b. Se determinaron con precisión los criterios de inclusión y exclusión que delimitan el universo de estudio, lo cual resulta crucial dada la magnitud de registros disponibles; con esto se asegura la relevancia y calidad del material analizado.

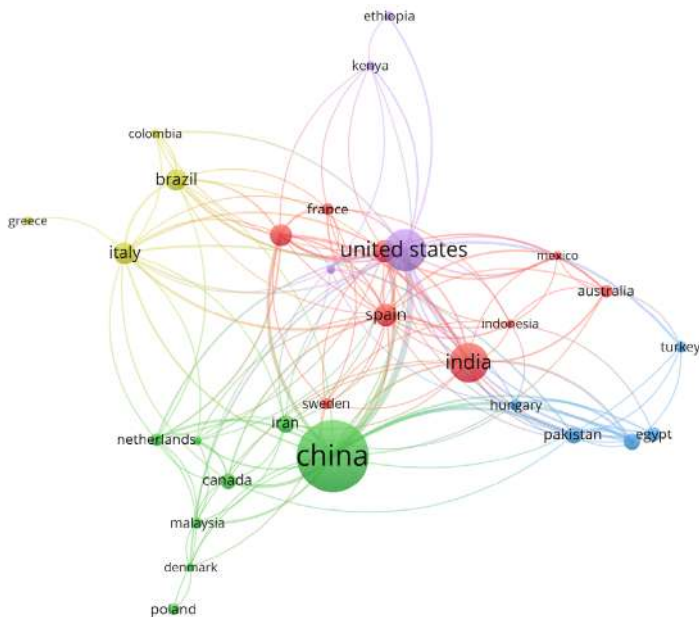
4. Discusión

A escala global, se han consolidado múltiples tendencias orientadas a la transformación tecnológica de los sistemas agroalimentarios, caracterizadas por la reconfiguración de nodos y redes de interacción entre actores, instituciones y tecnologías. En muchos casos, estas dinámicas han tratado la tecnología, incluida la inteligencia artificial, como un insumo científico autónomo, desvinculado de las dimensiones sociales, lo que ha perpetuado la segmentación epistemológica entre las ciencias exactas, de naturaleza objetiva y replicable, y las ciencias sociales, marcadas por su carácter interpretativo y contingente. Sin embargo, en años recientes ha emergido un paradigma con tendencia holística que promueve procesos de innovación inclusivos, donde la IA en agricultura no solo se valora por su capacidad de optimizar rendimientos y gestionar recursos, sino también por su potencial para articular saberes locales, fomentar la equidad territorial y fortalecer la resiliencia socioecológica de los sistemas productivos (Villatoro-Hernández *et al.*, 2022).

4.1. La participación de la inteligencia artificial para la gestión de los recursos en el sector agroalimentario

Es un tema complejo y requiere de la colaboración de varias instituciones públicas y privadas, como lo son las universidades y los centros públicos de investigación (CPI). El problema toma un carácter de interés internacional, ya que no solo se investiga en una región o país en específico; varios países dedican una gran cantidad de recursos para su investigación. Las redes de colaboración entre países e instituciones resultan en un mayor impacto social, ya que las técnicas y tecnologías adquiridas se pueden implementar en el sector agroalimentario a nivel mundial; en la Figura 4 se representa una red de estas colaboraciones.

Figura 4. Colaboración entre países que investigan el uso de la inteligencia artificial para la gestión de los recursos en el sector agroalimentario

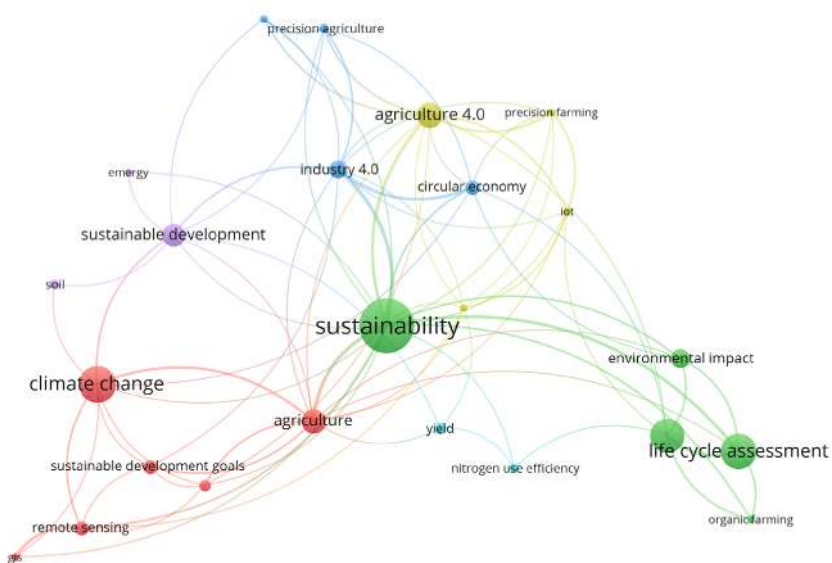


Fuente: Scopus/VOSviewer con adaptación propia.

4.2. Los conceptos con mayor incidencia en el uso de la inteligencia artificial para la gestión de los recursos en el sector agroalimentario con un enfoque sustentable

En la Figura 5 se puede apreciar que la Agricultura 4.0 y sus herramientas son los temas de estudio más relacionados con la influencia de la inteligencia artificial en la gestión de los recursos en el sector agroalimentario con un enfoque sustentable. Dicho esto, abordaremos el tema de la agricultura 4.0 más a detalle para discutir si en realidad aporta una solución sustentable o sólo incrementa la producción actual sin considerar los temas medio ambientales que tanto afectan a la sustentabilidad, así como el cuidado del agua y el manejo del suelo (Kamilaris *et al.*, 2018).

Figura 5. Aplicaciones de la inteligencia artificial para la gestión de los recursos en el sector agroalimentario con un enfoque sostenible



Fuente: Scopus/VOSviewer con adaptación propia.

Como se observa, la sustentabilidad depende de varios factores, tales como el cambio climático, el impacto ambiental, la agricultura 4.0, la industria 4.0, la economía circular y de prolongar el ciclo de vida de las cosas.

Para esta investigación, que está enfocada al sector agroalimentario, consideramos que de los temas mencionados el más determinante es la agricultura 4.0, ya que integra elementos tecnológicos tales como:

- Teledetección remota (*Remote Sensing*).
- Sistemas de información geográfica (*GIS*).
- Agricultura de precisión (*PA*).
- Aplicaciones de la robótica en equipos automatizados.
- El internet de las cosas (*IoT*).

En el pasado reciente se han hecho aplicaciones de algunos elementos tecnológicos de manera aislada. La teledetección se ha utilizado para la toma de observaciones sobre los campos de cultivos, en la determinación del estado nutrimental de las plantas y para aspectos de sanidad de los cultivos, pero solamente se llega al nivel de diagnóstico, el cual depende de un experto en cada especialidad.

Igualmente, los sistemas de información geográfica apoyan en aspectos de evaluación de recursos, estimación de áreas con algunas características de interés o sobre el potencial que pueden ofrecer para alguna actividad productiva (Wolfert *et al.*, 2017).

Por otra parte, la denominada agricultura de precisión tiene amplia aplicación en zonas altamente tecnificadas y productivas; sin embargo, los equipos que se han utilizado todavía tienen una alta dependencia del operador, por lo cual está presente la posibilidad del error humano.

Para algunas labores específicas ya cuenta con maquinaria y equipos automatizados; sin embargo, se pretende llegar a un uso más intensivo de equipos robotizados, con los cuales se tenga una disminución significativa del error humano (Patricio y Rieder, 2018).

Como una posibilidad de avance importante en la tecnología, se tiene el internet de las cosas (*IoT*) y la aplicación de la inteligencia artificial; se pretende llegar a que, mediante el uso de sensores en los equipos agrícolas, estos detecten, diagnostiquen y tomen decisiones sobre las medidas pertinentes para la determinación de los productos que se deben aplicar (Almanza-Junco *et al.*, 2024).

4.3. Respondiendo a la pregunta de investigación

Con base en lo señalado en el punto anterior y en respuesta a la pregunta de investigación, la inteligencia artificial integra un conjunto de tecnologías que por sí mismas ya se han utilizado con buenos resultados en la agricultura; si se aplican de manera conjunta, los resultados serán mejores. Por lo que se considera que la Inteligencia Artificial puede jugar un papel muy importante en el proceso de gestión de la producción agropecuaria sustentable.

5. Conclusión

La inteligencia artificial (IA), al integrar diversos elementos tecnológicos como sensores, algoritmos de aprendizaje automático y sistemas de análisis predictivo, contribuye significativamente a la resolución de problemas operativos en el ámbito agropecuario. A través de su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real, la IA permite optimizar el uso de insumos agrícolas como agua, fertilizantes y energía y mejorar la toma de decisiones en entornos productivos complejos. Esta aproximación responde directamente a la pregunta de investigación al demostrar que la incorporación estratégica de tecnologías inteligentes no solo incrementa la eficiencia técnica, sino que también abre nuevas oportunidades para enfrentar desafíos estructurales en la agricultura contemporánea.

5.1. Cómo responde a la pregunta de investigación base del ensayo

El uso de los elementos tecnológicos que se integran en la Inteligencia Artificial por sí mismos ha aportado soluciones específicas a varios problemas operativos. En la medida en que estos elementos sean integrados por la inteligencia artificial, se logrará una optimización del uso de insumos agrícolas y se tendrá mejor oportunidad para resolver los problemas.

5.2. Hallazgos teóricos y prácticos

El análisis de la Agricultura 4.0 revela que su implementación no puede considerarse neutral ni universalmente efectiva; su impacto depende profundamente del contexto socioterritorial en el que se aplica. Desde una perspectiva teórica (*Scientia*), las tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y los sistemas de sensores ofrecen mejoras sustanciales en la eficiencia del uso de recursos naturales, pero también plantean riesgos de exclusión si no se garantiza un acceso equitativo. En el plano práctico (*Praxis*), experiencias internacionales demuestran que estas herramientas pueden reducir significativamente el uso de insumos contaminantes, aunque persisten desafíos como la necesidad de formación técnica en comunidades rurales y la gestión de la dependencia tecnológica. Estos hallazgos subrayan la importancia de integrar enfoques sostenibles y agroecológicos para lograr una transformación digital verdaderamente inclusiva en el sector agropecuario.

Scientia: Teóricamente, el análisis reveló que la Agricultura 4.0 no es neutral: su eficacia depende del contexto en el que se aplica. Las tecnologías emergentes pueden generar grandes eficiencias en el uso de recursos como el agua y fertilizantes, pero también pueden profundizar desigualdades sociales si no se democratiza el acceso. La integración de marcos sostenibles y la planificación agroecológica es clave.

Praxis: Prácticamente, se identificaron casos exitosos en países como Brasil, España e India, donde la implementación de sensores e inteligencia artificial ha reducido hasta en un 30% el uso de insumos contaminantes. Sin embargo, también se observa la necesidad de capacitación técnica en comunidades rurales y el riesgo de dependencia tecnológica.

5.3. Alcances finales del ensayo

En este trabajo se presentan algunos de los elementos que forman parte importante de la Inteligencia Artificial aplicada a la producción agropecuaria. La aplicación de este conjunto de técnicas llevará a un mejor desempeño de los sistemas agropecuarios.

5.4. Recomendaciones futuras

Será necesario que se intensifique el perfeccionamiento de sensores y se desarrollen los sistemas para que se procese la información generada. Igualmente, que se realice la experimentación necesaria para la calibración de los equipos individualmente y en conjunto.

El mejoramiento del proceso completo se debe acompañar de la capacitación y en todo caso de la formación de personal capacitado en el uso de estas tecnologías.

6. Referencias

- Agenda 2030. (2025). <https://agenda2030.mx/#/home>
- Almanza-Junco, C. A., Parra Acosta, Y. K. & Sabogal Salamanca, M. (2024). Modelo de innovación en procesos de agricultura 4.0 en el departamento de Cundinamarca, Colombia. *Tendencias*, 25(2), 86–112. <https://doi.org/10.22267/rtend.242502.255>
- FAO. (2023). *Digital agriculture: The future of smart farming*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., y Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23–37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
- Loza-Vega, I. (2022). Value and price of Non-Fungible Tokens (NFTs) in a bibliometric study. *Scientia Et PRAXIS*, 2(03), 44–55. <https://doi.org/10.55965/setp.2.03.a3>
- Nuño-Velasco, R. de J. & Mejía-Trejo, J. (2022). The Intellectual Capital and the Social Impact of Technological Innovation for the Valuation of Patents. *Scientia Et PRAXIS*, 2(04), 59–74. <https://doi.org/10.55965/setp.2.04.a4>
- Patrício, D.I. y Rieder, R. (2018). Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 153, 69-81. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.08.001>
- Tiantian, S., Xiaoming M. & Waheed, A. (2019). A historical review and bibliometric analysis of disruptive innovation. *International Journal of Innovation Science*, 11(2), 208-226. <https://doi.org/10.1108/IJIS-05-2018-0056>

- Tzachor, A., Richards, C. E. & Hoffmann, M. (2021). Artificial intelligence in agriculture: Prospects and pitfalls. *Nature Machine Intelligence*, 3(9), 693–700. <https://doi.org/10.1038/s42256-021-00364-7>
- Villatoro-Hernández, J. G., Vázquez-Elorza, A., Soto-Flores, M. del R., Cuevas-Zuñiga, I. Y. y Vidal-Álvarez, M. (2022). Innovation and agri-food networks for rural development in Mexico: European success stories. *Scientia Et PRAXIS*, 2(04), 18–37. <https://doi.org/10.55965/setp.2.04.a2>
- Waltman, L., Eck, N. & Noyons, E. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, 4(4), 629–635. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., y Bogaardt, M.-J. (2017). Big data in smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Zhang, Y., Tao, Y. y Liu, Z. (2021). Artificial intelligence in agriculture: A review. *Precision Agriculture*, 22(5), 1414–1431. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09760-0>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 8

Formar emprendedores en la era de ChatGPT: posibilidades, riesgos y horizontes

Pedro Daniel Aguilar-Cruz¹
Aurora Araceli Carbajal-Silva²

Resumen

Entre 2022 y 2024, la irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) generativa transformó aceleradamente la enseñanza del emprendimiento. Aunque se reconocieron beneficios funcionales y pedagógicos, persistieron preocupaciones sobre su impacto epistémico: agencia, creatividad y juicio; por ello se planteó la pregunta crítica: ¿cómo formar emprendedores con pensamiento crítico en un entorno de creciente automatización? Con ese horizonte, el propósito fue construir un análisis integrador e interdisciplinario sobre los efectos de la IA en la educación emprendedora.

1. Universidad de Guadalajara. <https://orcid.org/0000-0002-1396-2482>. Daniel.cruz@udg.mx
2. Universidad de Guadalajara. <https://orcid.org/0000-0002-3736-9712>. aurora.carbajal@udg.mx

Metodológicamente, se realizó una revisión documental en la que se analizaron informes globales, latinoamericanos y nacionales, además de literatura científica reciente. En materia de hallazgos, se propuso una tipología de tres niveles de impacto (funcional, pedagógico y epistémico) y se destacó la urgencia de rediseñar programas y evaluaciones desde una perspectiva crítica y contextual. En originalidad, la contribución radicó en un enfoque situado e interdisciplinario, que se sustentó en la articulación entre innovación educativa, emprendimiento y ética de la IA. Finalmente, se reconoció la ausencia de trabajo de campo, lo cual abrió rutas para investigaciones aplicadas.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Formación emprendedora, Automatización educativa.



1. Introducción

¿Para qué pensar, si la máquina ya lo hace por mí? Esta pregunta formulada recientemente por un estudiante de emprendimiento tras usar ChatGPT revela una tensión contemporánea: en un entorno educativo cada vez más mediatizado por la Inteligencia Artificial (IA), ¿qué lugar ocupa el pensamiento crítico y la agencia humana? El ascenso de tecnologías generativas como ChatGPT transforma silenciosamente las prácticas docentes, los métodos de enseñanza y los propios sentidos del aprendizaje en el emprendimiento.

Durante los últimos cinco años, universidades y programas de formación emprendedora han adoptado herramientas basadas en IA para facilitar la generación de ideas, diseño de modelos de negocio o la creación de contenidos. Plataformas como Notion IA, Canva AI o el propio ChatGPT ofrecen soluciones automatizadas que prometen agilizar procesos creativos y brindar retroalimentación instantánea. Sin embargo, esta adopción conlleva dilemas pedagógicos y éticos: ¿Puede una herramienta automatizar la creatividad?, ¿qué sucede con la construcción del juicio emprendedor?

La literatura reciente celebra el potencial de la IA para personalizar la experiencia educativa, aumentar la eficiencia y ampliar el acceso al conocimiento (Holmes *et al.*, 2019). Al mismo tiempo, informes internacionales como el de Pedró y Mendigutxia (2025) destacan

que la educación superior juega un papel estratégico en las estrategias nacionales de IA, especialmente en tres frentes: la formación de talento, el impulso a la investigación y la construcción de marcos éticos y regulatorios. No obstante, voces críticas advierten riesgos significativos: pérdida de habilidades reflexivas, dependencia tecnológica y sesgos incorporados en los modelos generativos (Selwyn, 2019; Zuboff, 2019). En el ámbito del emprendimiento, el debate es aún incipiente: mientras algunos celebran la democratización de herramientas, otros alertan sobre la homogenización del pensamiento innovador.

Ante este panorama, este ensayo se propone analizar críticamente los impactos de la IA generativa en la formación de emprendedores, con énfasis en los dilemas éticos, pedagógicos y epistemológicos que plantea su integración. A partir de una revisión documental de literatura académica, informes internacionales y tendencias actuales, se reflexiona sobre las posibilidades y riesgos que implica enseñar a emprender en un entorno donde los algoritmos median, asisten y, a veces, reemplazan los procesos formativos. La pregunta que guía este trabajo es: ¿Cómo podemos formar emprendedores críticos, creativos y éticamente conscientes en un mundo donde pensar puede volverse opcional? El valor y la originalidad de esta contribución radican en su enfoque situado e interdisciplinario, que conecta innovación educativa, emprendimiento y ética de la IA en el contexto latinoamericano.

2. Desarrollo

Este apartado presentó el camino analítico seguido en el estudio. En primer término, se contextualizó y problematizó la irrupción de la IA generativa en la formación emprendedora, destacando tensiones en agencia, creatividad y juicio. Después, se sistematizaron antecedentes del estado de la cuestión en tres escalas: mundial, en América Latina y México, para ubicar tendencias, brechas y condicionantes institucionales. Finalmente, se describieron los horizontes teóricos del estado del arte y los debates recientes, organizados en dos ejes: I) de la personalización algorítmica al juicio crítico, y II) modelos formativos emergentes centrados en agencia, ética y coaprendizaje humano-IA. La evidencia provino de una revisión documental realizada en 2025, con

análisis temático y matrices comparativas. Esta sección sentó las bases para la discusión posterior, al fundamentar la tipología de impactos (Scientia) y los lineamientos curriculares y de evaluación (Praxis) que se desarrollaron más adelante.

2.1. Contexto y problematización

Entre 2022 y 2024, la irrupción de la inteligencia artificial generativa transformó de forma acelerada la relación entre docentes, estudiantes e instituciones con el conocimiento. Herramientas como ChatGPT, Notion AI y otras comenzaron a ser empleadas no solo como apoyos técnicos, sino como mediadores centrales en procesos de creación, planeación o simulación. Esta adopción rápida introdujo nuevas complejidades en la educación emprendedora: si bien amplió la autonomía y la capacidad de prototipar, también abrió interrogantes sobre el lugar de la agencia humana en contextos donde pensar o redactar podía delegarse a un sistema automatizado.

En este campo, la IA dejó de ser un simple recurso didáctico para convertirse en una pieza estructural en metodologías emergentes. Cursos en línea comenzaron a integrar prompts como parte de sus dinámicas; universidades, aceleradoras y programas de formación incluyeron asesoría automatizada y generación de modelos de negocio mediante algoritmos (Vecchiarini y Somiá, 2023). Esto llevó a cuestionar si emprender seguía siendo un acto creativo, iterativo y situado, o si se estaba transformando en una secuencia de decisiones asistidas por sistemas optimizadores.

La problematización del fenómeno exigió una mirada más allá del entusiasmo tecnodeterminista. Mientras organismos como el Foro Económico Mundial destacaron la necesidad de capacitar talento en IA y reconfigurar los sistemas educativos hacia un entorno automatizado (WEF, 2023), diversas voces académicas advirtieron sobre el riesgo de desvalorizar competencias no delegables: juicio crítico, deliberación ética, negociación, creatividad situada y manejo de la incertidumbre (Niszczota y Conway, 2023). Estudios recientes documentaron cómo estudiantes de emprendimiento, al utilizar IA para tareas complejas, tendieron a optar por respuestas inmediatas pero poco reflexivas, repli-

cando ideas comunes y eludiendo el análisis auténtico de problemas reales (Zhou *et al.*, 2024).

También se observaron tensiones significativas en el rol docente. Muchos profesores enfrentaron la disyuntiva entre prohibir, integrar o transformar el uso de IA en sus aulas. Algunos eligieron capacitar a sus estudiantes en el uso estratégico de estas herramientas; otros, en cambio, señalaron que su adopción acrítica podía reforzar una lógica de eficiencia que invisibilizaba desigualdades estructurales y reproducía sesgos algorítmicos (Nyaaba *et al.*, 2024). En ambos casos, emergió una pregunta legítima: ¿qué tipo de sujetos forma la educación emprendedora mediada por IA?

Este ensayo se articula a partir de una pregunta central: ¿cómo formar emprendedores con agencia, juicio y creatividad en entornos donde las decisiones pueden ser automatizadas y los procesos externalizados a sistemas sin rendición de cuentas? La intención no es oponerse a la tecnología, sino desentrañar sus efectos simbólicos, formativos y éticos. Si la educación emprendedora se limita a enseñar el uso de herramientas sin cuestionar sus lógicas, alcances y limitaciones, corre el riesgo de volverse un entrenamiento técnico desprovisto de sentido crítico y transformador.

En este sentido, la IA no sólo introduce nuevos recursos, sino que reactiva interrogantes fundamentales: ¿qué significa aprender?, ¿qué implica crear o decidir? Y para quienes emprenden: ¿hasta qué punto puede asistirse sin renunciar al proceso formativo? Este apartado propone, por tanto, un marco crítico para repensar no solo los métodos, sino los fines mismos de la educación emprendedora en tiempos de automatización.

Este ensayo se articuló a partir de una pregunta central: ¿cómo formar emprendedores con agencia, juicio y creatividad en entornos donde las decisiones podían automatizarse y los procesos se externalizaban a sistemas sin rendición de cuentas? La intención no fue oponerse a la tecnología, sino desentrañar sus efectos simbólicos, formativos y éticos. Si la educación emprendedora se limitó a enseñar el uso de herramientas sin cuestionar sus lógicas, alcances y limitaciones, corrió el riesgo de volverse un entrenamiento técnico desprovisto de sentido crítico y transformador.

En este sentido, la IA no solo introdujo nuevos recursos, sino que reactivó interrogantes fundamentales: ¿qué significó aprender?, ¿qué

implicó crear o decidir? Y para quienes emprendieron: ¿hasta qué punto pudo asistirse sin renunciar al proceso formativo? Este apartado propuso, por tanto, un marco crítico para repensar no solo los métodos, sino los fines de la educación emprendedora en tiempos de automatización. Para comprender mejor este fenómeno, a continuación, se presentaron los antecedentes del estado de la cuestión en tres escalas: mundial, América Latina y México.

2.2. Antecedentes del estado de la cuestión

Esta sección reunió los antecedentes necesarios para contextualizar la integración de la IA en la educación emprendedora. En primer término, examinó el panorama mundial para identificar agendas, marcos y tendencias generales; después, sistematizó evidencias regionales de América Latina con énfasis en brechas, capacidades y gobernanza; finalmente, describió los avances y rezagos nacionales en México. El análisis se organizó en cuatro dimensiones: (I) políticas y regulación, (II) capacidades institucionales y docentes, (III) infraestructura y datos, y (IV) enfoques pedagógicos y evaluación. Con ello, se buscó ubicar tendencias y delimitar vacíos que la discusión posterior abordó mediante la tipología de impactos (Scientia) y lineamientos de diseño curricular y evaluación (Praxis).

2.2.1. MUNDIAL

Entre 2019 y 2025, diversos organismos multilaterales comenzaron a reconocer el papel central de la inteligencia artificial (IA) en la transformación de la educación superior a nivel global. La UNESCO, el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) y empresas tecnológicas como Microsoft coincidieron en que las instituciones educativas no solo debían preparar a los estudiantes para convivir con sistemas inteligentes, sino también para gobernarlos críticamente. Desde esta perspectiva, la IA dejó de ser una herramienta opcional y se consolidó como un componente estructural del ecosistema formativo.

El informe de la UNESCO (Pedró y Mendigutxia, 2025) señaló que más del 90% de las estrategias nacionales de IA reconocieron el rol

de la educación superior en su implementación, pero apenas una minoría incluyó lineamientos específicos para formar capacidades críticas o éticas. Mientras tanto, el AI in Education Report de Microsoft (2025) observó una rápida adopción de soluciones basadas en IA en más de 35 países, especialmente en funciones como retroalimentación automática, tutoría inteligente y diseño de planes personalizados. Sin embargo, el documento también alertó que, sin una orientación pedagógica sólida, el despliegue tecnológico podía perpetuar sesgos, mecanizar la enseñanza y profundizar brechas digitales estructurales.

El WEF (2024), por su parte, advirtió que el auge de los modelos generativos y los asistentes cognitivos redefinió el mercado laboral, pero también desafió profundamente el sistema educativo. Según su informe *Shaping the Future of Learning*, el 75% de las habilidades más demandadas hacia 2027 involucraban capacidades que la IA no podía replicar: pensamiento estratégico, juicio ético, creatividad contextual y colaboración humana. Esto implicó que el uso de IA en educación no debía centrarse únicamente en optimizar procesos, sino en formar sujetos capaces de interpretar, cuestionar y decidir en entornos complejos.

En el ámbito específico de la formación emprendedora, los estudios disponibles resultaron más fragmentarios. Aunque se registró un uso creciente de IA para tareas como la generación de ideas, el análisis de tendencias y la elaboración de pitches, poco se avanzó en la construcción de marcos pedagógicos que evitaran una dependencia acrítica. Investigaciones recientes en revistas internacionales (Al-Mamary, 2025; Uriarte *et al.*, 2024) mostraron que la mayoría de los programas educativos que incorporaron IA no evaluaron su impacto en el desarrollo de competencias como la toma de decisiones éticas, la resiliencia o el pensamiento divergente.

El Global Education Monitoring Report (UNESCO, 2023) añadió otra capa de preocupación: el uso extendido de IA en educación superior conllevó el riesgo de reforzar una visión instrumental del aprendizaje, centrada en el rendimiento y la eficiencia. Según este informe, los sistemas basados en datos podían sugerir caminos formativos predecibles y sesgados, limitando la exploración personal y la autonomía intelectual. En contextos como el emprendimiento, donde la creatividad situada y la incertidumbre son fundamentales, esta tendencia se volvió especialmente problemática.

Selwyn (2021) ya había anticipado esta deriva al advertir que la IA podía fomentar una “pedagogía de la eficiencia”, desvalorizando la deliberación crítica y el conflicto como componentes esenciales del aprendizaje profundo. Zuboff (2019), por su parte, planteó que el uso de datos educativos sin transparencia ni regulación podría convertir a las instituciones en actores pasivos dentro del capitalismo de vigilancia.

En síntesis, a nivel mundial, la incorporación de la IA en educación superior, y en particular en la formación de emprendedores, osciló entre el entusiasmo tecnológico y la preocupación ética. Mientras se avanzó en la integración de herramientas inteligentes, persistieron vacíos metodológicos y epistemológicos sobre su función real en la construcción de capacidades humanas. Más allá de automatizar tareas, el gran desafío consistió en diseñar ecosistemas educativos donde la IA no reemplace la agencia, sino que la potencie.

2.2.2. AMÉRICA LATINA

Entre 2020 y 2025, América Latina vivió un proceso desigual y fragmentado en la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en los sistemas educativos, especialmente en la formación para el emprendimiento. Mientras algunos países impulsaron estrategias públicas, edtech e inversiones privadas, otros enfrentaron rezagos por falta de infraestructura, políticas claras o capacidades institucionales. A diferencia del norte global, donde la IA se integró estructuralmente en la educación superior, en la región persistieron desafíos vinculados a la equidad, la soberanía tecnológica y la orientación pedagógica.

Según un informe conjunto de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y ProFuturo, los sistemas educativos latinoamericanos vivieron un “despegue tecnológico sin planificación”, con proyectos dispersos y dependientes de proveedores globales. Si bien hubo avances en tutores virtuales y sistemas adaptativos, también se señaló la ausencia de marcos regulatorios, capacidades docentes y enfoques críticos sobre el uso formativo de la IA (Rivas, 2024). Esta situación incrementó el riesgo de dependencia tecnológica y limitó la creación de modelos educativos adaptados al contexto regional.

Un segundo estudio de la OEI (2023) reforzó este diagnóstico: buena parte de las plataformas usadas fueron diseñadas fuera de la región, sin participación significativa de actores locales. Aunque políti-

cas como la Estrategia Nacional de IA en Chile o el Plan de Innovación Educativa en Uruguay ofrecieron avances, la mayoría de los países carecieron de lineamientos sólidos para un uso ético, inclusivo y sostenible de estas tecnologías.

En el campo de la educación emprendedora, el panorama fue aún más limitado. A pesar del auge de startups que emplearon IA para generar modelos de negocio, analizar tendencias o automatizar pitches (Endeavor, 2018), la mayoría de estos avances ocurrieron fuera del sistema educativo formal. Las universidades mantuvieron estructuras tradicionales, sin integrar herramientas de IA con enfoques pedagógicos significativos. Esto evidenció una brecha entre el dinamismo emprendedor y la rigidez institucional.

La prensa especializada también alertó sobre los riesgos sociales de esta adopción acelerada. El País (Hernández, 2025) advirtió que la IA, lejos de democratizar el acceso al conocimiento, funcionaba como motor de productividad para las élites digitales, mientras reproducía desigualdades estructurales. Algunos estudiantes accedían a tutorías inteligentes, mientras otros apenas contaban con conectividad básica. Esta brecha se amplió con algoritmos entrenados con datos poco representativos de la diversidad latinoamericana.

Por su parte, la CEPAL (2022) criticó la réplica de modelos del norte global sin mediación crítica. Propuso una IA “propia”, enfocada en la inclusión educativa, la justicia cognitiva y la participación social. Sin embargo, esta propuesta tuvo escasa incidencia en las políticas implementadas hasta 2024, que priorizaron eficiencia sobre reflexión estructural.

Ante este panorama, una pregunta clave persiste: ¿puede América Latina aprovechar la IA para fortalecer una educación emprendedora crítica, situada y transformadora, o adoptará modelos prediseñados ajenos a su realidad? Esta tensión revela un dilema estructural de la región: entre innovación y dependencia, entre el potencial transformador de la IA y su posible rol como reproductora de exclusión.

2.2.3. MÉXICO

En México, la inteligencia artificial (IA) comenzó a adquirir carácter estratégico con la creación de la iniciativa IA2030Mx, impulsada por diversos sectores. Esta buscaba consolidar una política nacional basada

en principios de equidad, ética, sostenibilidad y desarrollo científico-tecnológico. Sin embargo, hacia 2025 el país aún carecía de una política pública articulada para su implementación en educación, ciencia o inclusión productiva (Casados *et al.*, 2020).

En el ámbito educativo, los avances fueron dispares y fragmentados. Instituciones como el Tec de Monterrey, la UNAM o la Universidad de Guadalajara impulsaron iniciativas piloto: tutorías con IA generativa, cursos adaptativos o asistentes conversacionales. No obstante, estos esfuerzos no formaron parte de un ecosistema nacional y carecieron de evaluación sistemática o formación docente generalizada.

La Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (INEGI, 2023) evidenció una brecha estructural: solo el 67% de los hogares tenía acceso estable a internet, cifra que descendía drásticamente en zonas rurales. Esta desigualdad digital limitó gravemente el potencial de la IA educativa, que requiere conectividad robusta, dispositivos adecuados y habilidades digitales.

En el plano emprendedor, México destacó como uno de los ecosistemas más dinámicos de América Latina. Según Endeavor (2024), entre 2018 y 2024 el número de startups basadas en IA creció más de 900%, alcanzando 362 empresas activas y generando más de 11,000 empleos. A pesar de estos avances, gran parte de la innovación ocurrió en el sector privado, sin articulación con universidades ni impacto en los contenidos de formación emprendedora.

La desconexión entre educación superior, IA y emprendimiento fue destacada por la Encuesta Global de Emprendimiento GoDaddy (Calvo, 2024a), que señaló la falta de métricas públicas sobre adopción tecnológica en pequeñas empresas y centros educativos. A ello se sumaron desigualdades sectoriales y de género. Según la Asociación de Emprendedores de México (ASEM, 2024), el 74% de las mujeres emprendedoras no había recibido formación en IA, pese a liderar más del 50% de los nuevos proyectos en plataformas de comercio digital.

Además, Calvo (2024b) advirtió que los sectores con mayor participación femenina —salud, educación y comercio— eran los más rezagados en digitalización, lo que dificultaba el escalamiento de sus emprendimientos. Estas brechas, atravesadas por género, clase y territorio, mostraron que la IA, lejos de operar en un vacío, corre el riesgo de profundizar desigualdades históricas si no se acompaña de políticas transformadoras.

El documento IA2030Mx (Casados *et al.*, 2020) subrayó que las universidades mexicanas no deben limitarse a adoptar tecnologías externas, sino desarrollar soluciones propias y marcos éticos que orienten el uso de IA desde una perspectiva situada. No obstante, la mayoría de las instituciones continuó implementando herramientas sin adaptar sus fundamentos pedagógicos o epistemológicos.

En suma, la integración crítica y ética de la IA en la educación emprendedora sigue siendo una tarea pendiente. México ha mostrado un potencial significativo en términos de innovación tecnológica, pero enfrenta obstáculos estructurales para transformar ese potencial en una política educativa coherente, inclusiva y transformadora.

2.3. Descripción del estado del arte

La creciente integración de la inteligencia artificial (IA) en los entornos formativos ha detonado una serie de debates académicos sobre su función, sus límites y sus implicaciones en los procesos de aprendizaje. A diferencia de las tecnologías educativas anteriores, la IA posee la capacidad de adaptarse, generar contenidos, tomar decisiones automatizadas y simular procesos cognitivos, lo que transforma radicalmente la relación entre docentes, estudiantes y conocimiento (Luckin *et al.*, 2016; Holmes *et al.*, 2022). En el contexto de la educación emprendedora, este fenómeno adquiere una carga adicional: no solo se trata de enseñar contenidos, sino de formar sujetos capaces de crear, innovar y tomar decisiones en entornos inciertos. A continuación, se presentan dos subtemas que permiten delimitar los marcos teóricos más relevantes del momento.

2.3.1. DE LA PERSONALIZACIÓN ALGORÍTMICA AL JUICIO CRÍTICO: TENSIONES PEDAGÓGICAS DE LA IA

Una de las promesas más difundidas de la IA en educación ha sido la personalización del aprendizaje. Modelos como el de Artificial Intelligence in Education (AIED), planteado por Luckin *et al.* (2016), proponen sistemas capaces de ajustar contenidos, ritmo y retroalimentación a las necesidades individuales del estudiante, a través de lo que llaman inte-

ligencia educativa centrada en el aprendiz. Esta perspectiva ha influido en el diseño de plataformas como Knewton, ALEKS y herramientas generativas recientes como ChatGPT, que permiten interacción en lenguaje natural y simulación de procesos creativos.

Sin embargo, autores como Selwyn (2021) y Williamson *et al.* (2020) han advertido que esta lógica de personalización algorítmica puede transformar la educación en una experiencia altamente instrumental, orientada a resultados previsibles y bajo vigilancia constante. En vez de potenciar la agencia, existe el riesgo de que la IA refuerce una “pedagogía de la eficiencia”, donde el error, la duda o la disrupción pierdan valor como momentos formativos. Esta crítica cobra especial relevancia si se considera que las plataformas adaptativas suelen estar entrenadas en bases de datos sesgadas culturalmente, que no siempre responden a la diversidad cognitiva, lingüística o epistemológica de los estudiantes del sur global (Maghsudi *et al.*, 2021; Baker y Hawm, 2022).

La literatura sobre educación superior muestra que las plataformas con IA prometen personalización y analítica predictiva, pero advierten brechas de conectividad, privacidad y formación docente que, si no se atienden, amplifican desigualdades. (Mejía Trejo, 2024).

Este debate es especialmente importante en la educación emprendedora, donde se espera que los estudiantes aprendan a navegar la ambigüedad, experimentar con incertidumbre y formular soluciones no estandarizadas. Estudios recientes han mostrado que, si no se diseña con intención crítica, la IA puede homogeneizar la creatividad y fomentar ideas de negocio repetitivas, generadas por prompts o predicciones de mercado automatizadas (Zhou *et al.*, 2024; Uriarte *et al.*, 2024). En el caso de programas de aceleración digital, como los observados en Brasil o México, se ha documentado el uso de IA para generar piches automatizados, lo que, si bien optimiza tiempo, también reduce la posibilidad de explorar narrativas personales o propósitos transformadores (Rivas, 2024).

Además, existe una preocupación creciente respecto al impacto de estas tecnologías en la autonomía de los aprendices. Cuando los algoritmos anticipan respuestas, sugieren ideas o corrigen automáticamente, el espacio para la duda y, por tanto, para la creatividad genuina, puede verse reducido. Como advierten Macgilchrist *et al.* (2019), la innovación educativa no debe medirse solo en términos

de rendimiento, sino también por su capacidad de sostener procesos abiertos, deliberativos y éticamente orientados.

2.3.2. MODELOS FORMATIVOS EMERGENTES: AGENCIA, ÉTICA Y COAPRENDIZAJE HUMANO-IA

En respuesta a estas tensiones, han emergido propuestas teóricas que revaloran el rol del juicio humano, la ética situada y la colaboración con la tecnología como eje de nuevos modelos formativos. Autores como Holmes *et al.* (2019) proponen un enfoque basado en IA educativa con conciencia crítica, donde la tecnología no reemplaza al docente, sino que amplifica su capacidad de facilitar aprendizajes complejos, deliberativos y éticamente fundados.

Este modelo implica repensar la IA no como sustituto, sino como un agente de coaprendizaje: una herramienta que, usada con intención pedagógica clara, puede provocar preguntas, apoyar la toma de decisiones, ofrecer múltiples perspectivas o desafiar sesgos cognitivos. Desde esta óptica, el papel de la educación emprendedora se redefine: ya no se trata solo de formar para la innovación tecnológica, sino de preparar a los estudiantes para interactuar críticamente con los sistemas que median la realidad social, económica y cultural.

En esta línea, proyectos como el de la Universidad de Helsinki, con su curso Elements of AI, o las estrategias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) sobre IA ética en la formación profesional, ofrecen ejemplos de cómo se puede introducir la tecnología desde un enfoque reflexivo y contextualizado (Casado *et al.*, 2020). Estos modelos no se limitan a enseñar habilidades técnicas, sino que promueven una comprensión crítica de los impactos sociales, políticos y económicos de la IA.

También se abren debates sobre la justicia epistémica en el diseño de sistemas inteligentes: ¿quién entrena a la IA?, ¿desde qué contexto?, ¿para qué fines? Autores como Daradkeh (2023) y Rodríguez-López y Souto (2020) señalan que formar emprendedores conscientes de estas dimensiones permite evitar la naturalización de las tecnologías como “neutras” y promueve una cultura de innovación con sentido ético y social. Incorporar estas preguntas en el currículo emprendedor permite desplazar el foco de la eficiencia hacia la pertinencia, de la solución técnica a la construcción colectiva de problemas.

En términos de pertinencia, este marco teórico respondió a tres vacíos detectados: el predominio de enfoques instrumentales sobre la IA en educación, la desconexión entre recomendaciones globales y realidades latinoamericanas, y la ausencia de criterios para formar juicio, creatividad y deliberación ética en cursos de emprendimiento. Por ello, la aportación del ensayo resultó valiosa al ordenar el campo mediante una tipología de impactos funcional, pedagógico y epistémico, situada en América Latina (Scientia), al traducir dichas tensiones en lineamientos curriculares y de evaluación que priorizaron agencia, creatividad y ética por encima de la mera eficiencia (Praxis), y establecer un modelo base que sirvió de sustento para la propuesta original desarrollada en la discusión. De este modo, el estado del arte no solo sistematizó debates, sino que fundamentó la contribución inédita del ensayo.

3. Metodología

Este ensayo adoptó una metodología cualitativa, de carácter analítico-documental, cuyo propósito fue examinar críticamente los impactos, tensiones y horizontes del uso de inteligencia artificial (IA) en la educación emprendedora. La elección de este enfoque se justificó en función de tres elementos: la naturaleza emergente y multidimensional del fenómeno, la ausencia de suficientes estudios de campo en contextos latinoamericanos y la necesidad de generar una reflexión situada que integrara marcos teóricos, políticas públicas y experiencias institucionales.

A diferencia de investigaciones empíricas orientadas a medir efectos de la IA en contextos educativos específicos, este trabajo buscó construir una comprensión interpretativa y crítica a partir de fuentes diversas. Siguiendo los postulados de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (STS), así como de los enfoques críticos en educación (Selwyn, 2021), se consideró que la tecnología no es neutral, y que su incorporación en los procesos formativos debe ser examinada desde sus condiciones sociales de producción, los actores que la promueven y los sentidos que adquirió en distintas geografías.

En cuanto a las técnicas de análisis, se aplicó primero una lectura sistemática y curaduría documental. Se revisaron más de 40 fuentes

publicadas entre 2016 y 2025, incluyendo informes de organismos multilaterales (UNESCO, WEF, OEI, CEPAL), artículos académicos indexados, estudios institucionales y documentos nacionales. Esta revisión permitió identificar autores clave, marcos teóricos recurrentes y vacíos críticos en la literatura sobre educación emprendedora y automatización.

Además, se realizó un análisis comparativo narrativo para contrastar enfoques globales, regionales y nacionales, lo cual permitió visibilizar tensiones comunes: por ejemplo, el desbalance entre integración tecnológica y reflexión ética; la brecha entre la innovación en el ecosistema emprendedor y la rigidez curricular de las instituciones educativas; o las asimetrías en el acceso a la IA según género, clase y territorio. Por decisión metodológica, estos contrastes se integraron en narrativas analíticas y esquemas conceptuales textuales, en lugar de presentarse como tablas formales, con el fin de preservar la coherencia argumentativa entre secciones. A partir de este ejercicio, se identificaron conceptos como “pedagogía de la eficiencia”, “justicia epistémica” y “automatización de la creatividad”, que sirvieron como nodos teóricos para organizar el análisis.

Para reforzar la pertinencia y aplicabilidad del análisis, se incorporaron *insumos empíricos indirectos*, como observaciones propias de los autores en espacios de formación docente en emprendimiento e innovación, así como la consulta informal con colegas responsables de diseñar contenidos educativos en universidades mexicanas. Si bien no se aplicó una técnica estructurada como focus group, estas experiencias aportaron elementos que permitieron contrastar lo reportado en la literatura con la realidad vivida en espacios académicos y formativos.

Asimismo, se propuso un *modelo conceptual preliminar* (no gráfico, pero articulado en el texto), que distingue tres niveles de impacto de la IA en la educación emprendedora: 1) funcional (automatización de tareas); 2) pedagógico (transformación de metodologías); y 3) epistémico (cambio en la forma de concebir la agencia, la creatividad y el juicio). Esta tipología, elaborada a partir de la literatura revisada y el análisis contrastivo, sirvió como herramienta para ordenar la discusión crítica y anticipar algunos hallazgos que se retoman en los apartados siguientes.

Desde el punto de vista argumentativo, el ensayo utilizó una combinación de técnicas: *analogías críticas* (entre automatización y delegación de agencia), *contrastos estructurales* (entre discursos hegemónicos y experiencias locales) y *recursos visuales comparativos*. Esto permitió no

solo exponer un panorama actualizado, sino también plantear preguntas relevantes sobre los fines de la educación en contextos de creciente automatización.

En síntesis, esta metodología no pretendió ofrecer resultados medibles ni generalizables, sino aportar una contribución significativa al estado del arte mediante el análisis riguroso, situado y argumentado de un fenómeno en expansión. Esta estructura metodológica constituyó el fundamento sobre el cual se desarrolló la discusión crítica del siguiente apartado.

4. Discusión

Con base en la metodología analítico-documental y en el desarrollo previo, esta sección discute los hallazgos a partir de dos frentes: (I) tensiones y debilidades en la integración de IA en educación emprendedora y (II) posibilidades de rediseño pedagógico desde una mirada crítica. Sobre esa base, se presenta un modelo conceptual de tres niveles (funcional, pedagógico y epistémico) y se explicitan las aportaciones teóricas (Scientia) y prácticas (Praxis).

4.1. Subtemas del estado de la cuestión y del arte

A. DEBILIDADES ESTRUCTURALES EN LA INTEGRACIÓN DE IA EN EDUCACIÓN EMPRENDEDORA

A partir del marco metodológico y del análisis previo, se presentan a continuación los hallazgos discutidos. El despliegue de inteligencia artificial en el campo de la educación emprendedora no solo acelera procesos, sino que también amplifica tensiones ya existentes. A pesar de la incorporación masiva de herramientas como ChatGPT o Gemini en entornos formativos, muchas instituciones no cuentan con marcos pedagógicos sólidos que orienten su uso. Esta carencia produce un fenómeno de instrumentalización tecnológica: se adopta la IA por su valor práctico inmediato, sin una reflexión crítica sobre sus efectos formativos.

Como han señalado Pedró y Mendigutxia (2025), la mayoría de los marcos nacionales de IA reconocen la importancia de la educación superior, pero pocos diseñan lineamientos específicos para promover capacidades éticas o deliberativas. Esto se refleja en el ámbito emprendedor: mientras crece el uso de IA para diseñar pitches o analizar modelos de negocio, disminuye la atención sobre habilidades como la empatía, la escucha activa o la toma de decisiones éticas.

En contextos latinoamericanos y mexicanos, esta situación se agrava por condiciones estructurales. La falta de conectividad, la desigualdad digital y la baja inversión en innovación educativa provocan que los avances se concentren en centros urbanos o en instituciones privadas (OEI, 2024; INEGI, 2023). La consecuencia es doble: por un lado, la IA reproduce desigualdades preexistentes; por otro, fortalece una visión funcionalista del emprendimiento donde el éxito se mide por la eficiencia y no por la transformación social.

En paralelo, la formación en ciberseguridad y ética tecnológica subraya que el profesorado necesita marcos y estándares para integrar valores, sesgos y responsabilidades en el currículo, en sintonía con marcos internacionales (Cruz y Orizaga, 2025).

B. POSIBILIDADES DE REDISEÑO METODOLÓGICO CON IA CRÍTICA

A pesar de las debilidades señaladas, la IA también ofrece oportunidades significativas si se incorpora desde una mirada pedagógica crítica. Esto implica repensar no sólo qué herramientas se utilizan, sino cómo se integran, con qué propósito y desde qué valores.

Autores como Holmes *et al.* (2019) sugieren que la IA puede ser una aliada para ampliar la autonomía del estudiante, siempre que se diseñen contextos formativos que prioricen la reflexión, el conflicto productivo y la exploración situada. La educación emprendedora tiene aquí un potencial específico: puede promover el uso de IA no para estandarizar soluciones, sino para facilitar procesos de prototipado ético, validación en comunidades reales y generación de modelos de negocio con propósito social.

Las universidades, como propone IA2030Mx (Casados *et al.*, 2020), deben asumir un papel protagónico no solo en la adopción de tecnologías, sino en su resignificación. Esto exige vincular la IA con marcos de justicia cognitiva, inclusión y sostenibilidad, generando indi-

cadores no centrados únicamente en productividad, sino también en impacto social y cultural.

4.2. Tabla comparativa: Fortalezas y debilidades actuales

Tabla 1. Fortalezas y debilidades de la integración de IA en educación emprendedora

Fortalezas	Debilidades
Facilita la generación rápida de ideas y prototipos.	Reduce la reflexión profunda en etapas clave del emprendimiento.
Amplía el acceso a recursos para estudiantes con poca experiencia.	Puede invisibilizar desigualdades digitales y sesgos algorítmicos.
Favorece la personalización del aprendizaje.	Fomenta una pedagogía de la eficiencia, centrada en resultados y no en procesos.
Ofrece tutoría automatizada e instantánea.	Resta espacio a la deliberación ética y al aprendizaje dialógico.
Permite analizar tendencias de mercado en tiempo real.	Incentiva el uso de plantillas y soluciones prefabricadas.

Fuente: Elaboración propia con base en la revisión documental (2018–2025).

La tabla 1 resume las tensiones estructurales del momento. La IA, lejos de ser una herramienta neutral, se convierte en un campo de disputa pedagógica y epistémica. Su valor no está dado por la tecnología en sí, sino por el modelo educativo que la contiene.

4.3. Modelo base para la discusión

A partir del análisis realizado, proponemos un modelo conceptual de tres niveles para comprender el impacto de la IA en la educación emprendedora:

- a. Nivel funcional: Se refiere a la incorporación de IA como herramienta para automatizar tareas (escritura, investigación, análisis).

En este nivel, la IA cumple un rol técnico, pero corre el riesgo de ser utilizada de forma acrítica si no se contextualiza.

- b. Nivel pedagógico: Aquí, la IA transforma metodologías y formas de enseñanza. Su integración modifica la relación docente-estudiante, redefine el rol del facilitador y puede permitir nuevas formas de acompañamiento si se guía desde una pedagogía situada y no instrumental.
- c. Nivel epistémico: Este es el nivel más profundo. La IA no solo cambia el “cómo se enseña”, sino que desafía el “para qué se enseña”. La agencia, la creatividad y el juicio se ven interpelados por tecnologías que pueden simular razonamientos humanos. En este nivel se abre la discusión sobre el sentido mismo del acto de emprender: ¿es crear algo nuevo o aplicar una serie de decisiones optimizadas por algoritmos?

Este modelo sirve como base para identificar zonas de riesgo, pero también para diseñar estrategias de intervención. No se trata de oponerse a la IA, sino de preguntarse bajo qué condiciones potencia el aprendizaje, y cuándo lo sustituye peligrosamente.

4.4. Aportaciones

A. APORTACIÓN TEÓRICA (SCIENTIA)

Este ensayo propone una contribución teórica al campo de la educación emprendedora al identificar y articular los tres niveles de impacto de la IA mencionados. Mientras buena parte de la literatura se concentra en el plano funcional o metodológico, aquí se incorpora el nivel epistémico, que permite repensar críticamente los fines formativos. Se plantea que el uso de IA en educación debe evaluarse no sólo por su eficacia, sino por su capacidad de preservar y expandir la agencia, el juicio ético y la creatividad situada.

Además, el ensayo propone un enfoque latinoamericano en el análisis de la IA, visibilizando las desigualdades estructurales, las tensiones entre dependencia tecnológica y soberanía digital, y los desafíos de construir una pedagogía crítica desde el sur global.

B. APORTACIÓN PRÁCTICA (PRAXIS)

Desde el punto de vista práctico, este trabajo sugiere rutas concretas para rediseñar programas de educación emprendedora mediada por IA:

- Diseñar actividades que exijan deliberación ética antes de usar herramientas automáticas.
- Promover ejercicios de comparación entre resultados generados por IA y por estudiantes, para favorecer la metacognición.
- Incluir reflexión crítica sobre los sesgos algorítmicos y su impacto en decisiones de negocio.
- Capacitar a docentes no solo en el uso técnico, sino en el diseño pedagógico con IA.
- Priorizar tecnologías de código abierto y plataformas desarrolladas en la región, que permitan adaptación y autonomía.

Estas aportaciones sientan las bases para las conclusiones y recomendaciones futuras que se desarrollan en el siguiente apartado.

5. Conclusión

Esta sección presenta las conclusiones del ensayo y responde de manera directa la pregunta de investigación. En primer término, sintetiza los hallazgos y explicita las aportaciones teórica (Scientia) y práctica (Praxis); posteriormente, delimita alcances y limitaciones; finalmente, propone recomendaciones para investigación, docencia y política institucional. Con ello, se cierra el argumento central: la integración de IA en la educación emprendedora exige marcos pedagógicos situados que preserven agencia, juicio y creatividad.

5.1. Respuesta a la pregunta de investigación

El ensayo parte de una pregunta crítica: ¿cómo formar emprendedores capaces de ejercer agencia, pensamiento crítico y creatividad en un entorno mediado por inteligencia artificial (IA)? A lo largo del análisis, se muestra que la integración de IA en la educación emprendedora

no es un fenómeno neutral ni automático, sino un campo de disputa pedagógica, ética y epistemológica. La respuesta se construye desde una postura crítica que reconoce el potencial transformador de la tecnología, pero advierte que sólo será tal si va acompañada de marcos pedagógicos deliberados, situados y humanizantes. Así, el problema planteado se resuelve al evidenciar que no basta con enseñar a usar herramientas de IA: es necesario formar sujetos que las comprendan, cuestionen y orienten hacia fines deseables en contextos complejos y desiguales.

5.2. Hallazgos

Los hallazgos principales revelan una doble paradoja. Por un lado, la IA amplía el acceso a recursos, acelera la ideación de proyectos y diversifica las formas de experimentar en el aula. Por otro, tiende a automatizar decisiones, homogeneizar soluciones y desplazar la agencia humana si no se introduce críticamente. A nivel teórico (Scientia), se propone una tipología con tres niveles de impacto (funcional, pedagógico y epistémico) como modelo para comprender la complejidad del fenómeno. A nivel práctico (Praxis), se ofrecen lineamientos para rediseñar programas educativos desde una perspectiva latinoamericana, con base en autonomía crítica, creatividad situada y justicia cognitiva.

5.3. Alcances finales del ensayo

El ensayo tiene como alcance principal la construcción de un marco de análisis crítico que articula distintos niveles de reflexión en torno a la IA y la educación emprendedora. Su límite es no haber realizado una investigación empírica formal, debido a las restricciones de tiempo y recursos, lo cual impide contrastar directamente las propuestas con experiencias sistematizadas en campo. Sin embargo, esta limitación no invalida su contribución como propuesta teórico-argumentativa que puede ser aplicada y validada en futuros estudios.

5.4. Recomendaciones futuras

Se recomienda impulsar investigaciones mixtas que analicen de forma integral los efectos de la IA en prácticas docentes y experiencias estudiantiles. También se sugiere incorporar la formación en ética tecnológica y pensamiento crítico en todos los niveles de educación emprendedora. Finalmente, es clave fomentar una producción tecnológica local, que permita desarrollar IA desde contextos del sur global, atendiendo las realidades y desafíos de nuestra región.

En conjunto, estas conclusiones y recomendaciones consolidan la propuesta como una contribución original y situada al debate sobre la integración crítica de la IA en la educación emprendedora, especialmente en América Latina.

6. Referencias

- Al-Mamary, Y. (2025). The transformative power of artificial intelligence in entrepreneurship: exploring AI's capabilities for the success of entrepreneurial ventures. *Future Business Journal*, 11. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00533-7>
- Asociación de Emprendedores de México [ASEM] (2024). *Radiografía del Emprendimiento en México 2024. Informe de resultados*. México. ASEM. https://bit.ly/REM2024_Informe
- Baker, R. & Hawn, A. (2022). Algorithmic Bias in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 1052–1092. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00285-9>
- Calvo, L. (2024a). *Adopción de la Inteligencia Artificial por parte de los emprendedores mexicanos en 2024*. GoDaddy. <https://www.godaddy.com/resources/latam/emprender/observatorio-digitalizacion-inteligencia-artificial-mexico>
- Calvo, L. (2024b). *Claves del emprendimiento femenino en México en 2024: ¿cuál es el rol de la tecnología?* GoDaddy. <https://www.godaddy.com/resources/latam/emprender/emprendimiento-femenino-mexico-2024>
- Casados, D., Cicero, P., Del Pozo, C., Ferreira, R., Flores, D., Gershenson, C., Gonzalez-Mendoza, M., Huesca, E., Maldonado, V., Martín, A., Meza-Ruiz, I., Muñoz, A., Reyes, R., Rodríguez, G., Sanches, I., Sánchez, A. & Trejo, S. (2020). *Agenda Nacional Mexicana de Inteligencia Artificial*

- IA2030Mx. https://wp.oecd.ai/app/uploads/2022/01/Mexico_Agenda_Nacional_Mexicana_de_IA_2030.pdf
- CEPAL. (2022). *La inteligencia artificial en América Latina y el Caribe: Panorama y recomendaciones*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://hdl.handle.net/11362/48060>
- Cruz, M. y Orizaga, J. (2025). El docente en la enseñanza reticular en ciberseguridad, ético y responsable. En M. Cruz y J. Orizaga (Coord.). *Procesos tecnológicos e innovación: una mirada académica, ética y responsable* (pp. 15-36). AMIDI. <https://doi.org/10.55965/abib.9786076984581>
- Daradkeh, M. (2023). Navigating the Complexity of Entrepreneurial Ethics: A Systematic Review and Future Research Agenda. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su151411099>.
- Endeavor (2018). El impacto de la inteligencia artificial en el emprendimiento. Endeavor. <https://mexico.endeavor.org/2018ia/>
- Endeavor (2024). *La era de la IA en México. Panorama, tendencias y datos 2024*. Endeavor y Santander. <https://mexico.endeavor.org/inteligencia-artificial-2024/>
- Hernández, L. (2025). *América Latina frente a la inteligencia artificial: ¿motor de productividad o generadora de desigualdad?* EL PAÍS. <https://elpais.com/america/termometro-social/2025-06-26/america-latina-frente-a-la-inteligencia-artificial-motor-de-productividad-o-generadora-de-desigualdad.html>
- Holmes, W., Mialik, M. & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education. Promises and implications for teaching & learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
- INEGI (2023). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/endutih/2023/>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson. <https://goo.su/9m03kms>
- Macgilchrist, F., Allert, H. & Bruch, A. (2019). Students and society in the 2020s. Three future 'histories' of education and technology. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 76–89. <https://doi.org/10.1080/17439884.2019.1656235>
- Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J. & van der Schaar, M. (2021). Personalized Education in the Artificial Intelligence Era: What to Expect Next. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38, 37-50. <https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3055032>
- Mejía, J. (2024). *Inteligencia Artificial y su repercusión en la Educación Superior*. AMIDI. <https://doi.org/10.55965/abib.9786076984543>
- Microsoft. (2025). *AI in Education: A Global Report on the State of Artificial Intelligence in Schools and Universities*. <https://goo.su/fl57>

- Niszczoła, P. & Conway, P. (2023). Judgments of research co-created by generative AI: experimental evidence. ArXiv. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4443934>
- Nyaaba, M., Wright, A. & Choi, G. L. (2024). *Generative AI and digital neo-colonialism in global education: Towards an equitable framework* (Version 2). arXiv. <https://arxiv.org/abs/2406.02966v2>
- OEI (2023). *El futuro de la Inteligencia Artificial en educación en América Latina*. ProFuturo & OEI. <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/el-futuro-de-la-inteligencia-artificial-en-educacion-en-america-latina/>
- Pedró, F. & Mendigutxia, A. (2025). *The role of higher education in national artificial intelligence strategies: a comparative policy review*. UNESCO. <https://goo.su/R3BW>
- Rivas, A. (2025). *La llegada de la IA a la educación en América Latina: en construcción*. ProFuturo & OEI. <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/publicaciones/la-llegada-de-la-ia-a-la-educacion-en-america-latina-en-construccion/>
- Rodríguez-López, Á. & Souto, J. (2020). Empowering entrepreneurial capacity: training, innovation and business ethics. *Eurasian Business Review*, 10, 23–43. <https://doi.org/10.1007/s40821-019-00133-w>
- Selwyn, N. (2019). Should Robots Replace Teachers?: AI and the Future of Education. Wiley. <https://goo.su/wgPFgA>
- UNESCO (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education – A tool on whose terms?* UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- Uriarte, S., Baier-Fuentes, H., Espinoza-Benavides, J. & Inzunza-Mendoza, W. (2025). Artificial intelligence technologies and entrepreneurship: a hybrid literature review. *Review of Managerial Science*. <https://doi.org/10.1007/s11846-025-00839-4>
- Vecchiarini, M. & Somia, T. (2023). Redefining entrepreneurship education in the age of artificial intelligence: An explorative analysis. *The International Journal of Management Education*, 21(3). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100879>
- WEF (2023). *Jobs of tomorrow: Large language, Models and Jobs*. Foro Económico Mundial. <https://www.weforum.org/publications/jobs-of-tomorrow-large-language-models-and-jobs/>
- Williamson, B., Eynon, R. & Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107–114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>
- World Economic Forum. (2024). *Shaping the Future of Learning: The Role of AI in Education Systems*. Foro Económico Mundial. <https://es.weforum>

org/publications/shaping-the-future-of-learning-the-role-of-ai-in-education-4-0/

Zhou, X., Zhang, J. & Chan, C. (2024). Unveiling Students' Experiences and Perceptions of Artificial Intelligence Usage in Higher Education. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 21 (6). <https://doi.org/10.53761/xzjprb23>

Zuboff, S. (2019) The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power. PublicAffairs. <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=56791>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 9

Inteligencia artificial en México: hacia un futuro ético y responsable en el desarrollo tecnológico, económico y social

Gerardo Rodríguez Barba¹

Resumen

Este trabajo busca fomentar que en México se generen espacios de discusión sobre el impacto de la inteligencia artificial (IA) en los ámbitos social, económico y tecnológico, con una perspectiva ética. A pesar de que la IA es reconocida como un motor clave de progreso a nivel mundial, en la mayoría de los contextos no se ha realizado un análisis profundo desde una perspectiva ética. Solo recientemente algunos países han comenzado a incorporar consideraciones éticas en sus estudios sobre el desarrollo tecnológico, reconociendo la importancia de no solo evaluar los beneficios, sino también las implicaciones morales y sociales.

1. Líder de Especialidad C CIATEQ Unidad Jalisco. <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0002-5174-8401>. gerardo.rodriguez@ciateq.mx

El propósito principal del ensayo es abrir un debate informado y contextualizado sobre la necesidad de analizar el impacto de la IA desde un enfoque ético, promoviendo una reflexión que lo incluya en las decisiones relacionadas con su avance. Para ello, el estudio utiliza una metodología cualitativa basada en análisis bibliométrico, presentando resultados mediante tablas descriptivas de la literatura revisada. Los hallazgos no buscan emitir juicios de valor sobre lo correcto o incorrecto, sino evidenciar la relevancia de integrar principios éticos en el progreso tecnológico y social derivado de la IA.

Se propone incluir en las mesas de debate de los responsables de políticas públicas un análisis sistémico e interdisciplinar de la IA, que fomente decisiones más responsables y conscientes. En las conclusiones, se reconoce que no se plantea limitar el desarrollo tecnológico, sino adoptar un enfoque ético que considere sus implicaciones sociales, promoviendo un equilibrio entre innovación y responsabilidad. Aunque el estudio tiene limitaciones, destaca la importancia de un análisis ético continuo y sistemático en el avance de la IA.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Ética y Gobernanza; Desarrollo tecnológico-económico; Responsabilidad social.

1. Introducción

“Los beneficios potenciales de crear inteligencia son enormes. No podemos predecir lo que podríamos lograr cuando nuestras mentes sean amplificadas por la IA. Quizás con las herramientas de esta nueva revolución tecnológica, podamos reparar parte del daño causado al mundo natural por la anterior: la industrialización. La creación de IA podría ser el mayor acontecimiento en la historia de nuestra civilización. Pero también podría ser la última, a menos que aprendamos a evitar los riesgos. Además de los beneficios, la IA también traerá peligros, como poderosas armas autónomas o nuevas formas en que unos pocos oprimen a la mayoría. Traerá una gran disrupción a nuestra economía”. Fue parte del discurso del Dr. Stephen Hawking durante la inauguración en octubre del 2016 del Centro para el Futuro de la Inteligencia, que reúne a cuatro de las universidades más importantes del

mundo (Cambridge, Oxford, Berkeley e Imperial College de Londres) para estudiar las implicaciones de la IA para la civilización humana.²

Países como Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, Japón, Corea del Sur, Canadá, China, por mencionar algunos, tienen un común denominador: han tenido la visión clara de que la innovación y la tecnología son un motor endógeno de desarrollo económico (Vázquez Barquero, 2005). Mediante distintas aproximaciones, han implementado políticas públicas de fomento y apoyo al desarrollo de la IA en sus economías, con lo que la IA tendrá un impacto significativo en el desarrollo de la humanidad en un futuro cercano (Müller, 2023). Pero así como diversos países han implementado políticas específicas de fomento al desarrollo tecnológico, también han iniciado en años recientes debates de fundamento ético de sus impactos, para garantizar la gobernanza de la aplicación de la IA en la sociedad. Como resultado, múltiples organizaciones han lanzado una amplia gama de iniciativas para establecer principios éticos para la adopción de una IA socialmente beneficiosa (Floridi & Cowsls, 2019).

Este ensayo tiene como objetivo analizar el estado del arte de la ética y la gobernanza en el uso de la IA a nivel global, examinando las principales líneas de investigación, los debates actuales y los desafíos pendientes. Se busca proporcionar una visión integral de los aspectos éticos claves relacionados con la IA, así como identificar áreas donde se necesita más investigación y acción. Resalta la falta de trabajos relacionados en México y por qué es necesario abordar esta temática a la brevedad en el país. Este trabajo ofrece una perspectiva inédita al vincular el análisis global con las necesidades y retos específicos de México.

El documento se estructura de la siguiente manera: En la sección 2 se presentan contexto, problematización y antecedentes del estado del arte. En la sección 3 se muestra el enfoque metodológico utilizado. En la Sección 4, con base en los resultados iniciales del desarrollo, las referencias y la metodología, se presentan los resultados de la discusión de la ética y gobernanza de la IA; se resaltan la aportación teórica y la práctica del documento. Finalmente, en la sección 5 se dan las conclusiones.

2. "The best or worst thing to happen to humanity" - Stephen Hawking launches Centre for the Future of Intelligence. Publicado el 19 de octubre de 2016. Recuperado el 15 de julio de 2025. <https://www.cam.ac.uk/research/news/the-best-or-worst-thing-to-happen-to-humanity-stephen-hawking-launches-centre-for-the-future-of>

2. Desarrollo

2.1. Contexto y problematización

En la actualidad existen diversas tecnologías denominadas como emergentes, entre las que se pueden mencionar IA, biotecnología, nanotecnología, robótica, computación cuántica, genómica. Se caracterizan por ser disruptivas, que afectan múltiples aspectos de nuestras vidas e inciden en prácticamente todos los sectores del sistema económico, con claras perspectivas de mejorar las condiciones sociales y económicas de los entornos en que se implementan. Pero que a la vez plantean serios cuestionamientos éticos con respecto a su implementación y acceso si no conllevan una gobernanza adecuada. Su uso podría llevarnos a lo que Bostrom (2013) denominó riesgos existenciales, aquellos que amenazan con la extinción de la humanidad o la destrucción irreversible de su potencial, por lo que enfatiza la necesidad de una acción preventiva responsable.

En específico, la IA es la tecnología emergente actual que genera mayor debate en este sentido. La IA es una fuerza transformadora en el siglo XXI, impactando múltiples aspectos de nuestra vida cotidiana. Definida por Minsky (1968) como la ciencia de hacer que las máquinas hagan cosas que requerirían inteligencia si fueran hechas por hombres. En la actualidad podemos encontrar múltiples definiciones de la IA, pero se debe reconocer que incluso esas definiciones tendrán que cambiar con el tiempo en función de los avances tecnológicos, como señala la UNESCO (2022), que define los sistemas de IA como aquellos sistemas capaces de procesar datos e información de una manera que se asemeja a un comportamiento inteligente, y abarca generalmente aspectos de razonamiento, aprendizaje, percepción, predicción, planificación o control.

La IA comprende un conjunto diverso de tecnologías, que incluyen el aprendizaje automático (*machine learning*), el aprendizaje profundo (*deep learning*), el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora y la robótica. Su rápida proliferación ha llevado a que la IA se integre en decisiones críticas, con lo que surgen dilemas éticos

fundamentales. El sesgo algorítmico amenaza con mantener o incluso incrementar desigualdades ya existentes. La capacidad cada vez mayor para recopilar y analizar datos conlleva preocupaciones sobre la privacidad y la vigilancia masiva. La autonomía de los sistemas de IA desafía las consideraciones tradicionales de responsabilidad y rendición de cuentas. La opacidad de ciertos algoritmos dificulta la comprensión y la justificación de las decisiones automatizadas. Finalmente, la pérdida o sustitución de empleos debido a la automatización generada por la IA conlleva cuestionamientos serios sobre el futuro del trabajo y la equidad social. En este sentido, nos podemos preguntar, para el contexto mexicano: ¿Cómo puede establecerse una gobernanza ética y efectiva para la implementación de la inteligencia artificial que aborde dilemas de sesgo, privacidad, responsabilidad, opacidad y desigualdad social?

2.2. Antecedentes del estado del arte

2.2.1. HISTÓRICO

Los orígenes de la ética en la IA se remontan a las primeras décadas del desarrollo de la informática. La publicación de las Tres Leyes de la Robótica por Isaac Asimov³ marcó un hito temprano en la consideración de principios éticos para las máquinas. En la década de 1950, el considerado pionero y padre de la informática, Alan Turing, reflexionó sobre las implicaciones filosóficas y existenciales de las máquinas inteligentes, con lo que formuló su famosa prueba de Turing⁴. En los últimos años, la popularización del aprendizaje automático ha impulsado un renovado interés en la ética de la IA. La capacidad de los algoritmos

-
3. Isaac Asimov promulgó sus Tres Leyes de la Robótica por primera vez en su relato corto "Círculo Vicioso", publicado en 1942. Las Leyes son: 1.^a Un robot no hará daño a un ser humano o, por inacción, permitirá que un ser humano sufra daño. 2.^a Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la 1.^a ley. 3.^a Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la 1.^a o la 2.^a Ley.
 4. Propuesto por Alan Turing en su artículo "Computing Machinery and Intelligence", publicado en 1950, en el que planteó la pregunta fundamental: "¿Pueden pensar las máquinas?" En lugar de definir qué es pensar de manera abstracta, propuso un criterio práctico para evaluar la inteligencia de una máquina y si podía imitar el comportamiento humano en una conversación.

para aprender de los datos ha llevado a preocupaciones sobre el sesgo, la discriminación, la privacidad, la vigilancia, etc. A medida que la IA se aplicaba en áreas como la medicina y el derecho, surgieron preguntas sobre la responsabilidad, la transparencia y la equidad en la toma de decisiones automatizadas.

2.2.2. MARCO GLOBAL

La investigación en ética de la IA ha evolucionado significativamente, pasando de reflexiones filosóficas abstractas a estudios empíricos rigurosos y al diseño de marcos regulatorios concretos para construir una gobernanza adecuada. Hoy en día, la ética de la IA es un campo multidisciplinario de cada vez mayor relevancia que atrae a investigadores de diversos campos, incluyendo la filosofía, la informática, el derecho, la sociología, la economía o la política, entre otros. Para que un problema califique como un problema para la ética de la IA, se debe fundamentar en que no supiéramos de manera sencilla qué es lo correcto o no, así, por ejemplo, la pérdida del empleo, el robo o el asesinato no son *per se* un problema ético de IA, pero sí en contextos concretos se consideran permisibles si se convierten en un problema (Müller, 2021).

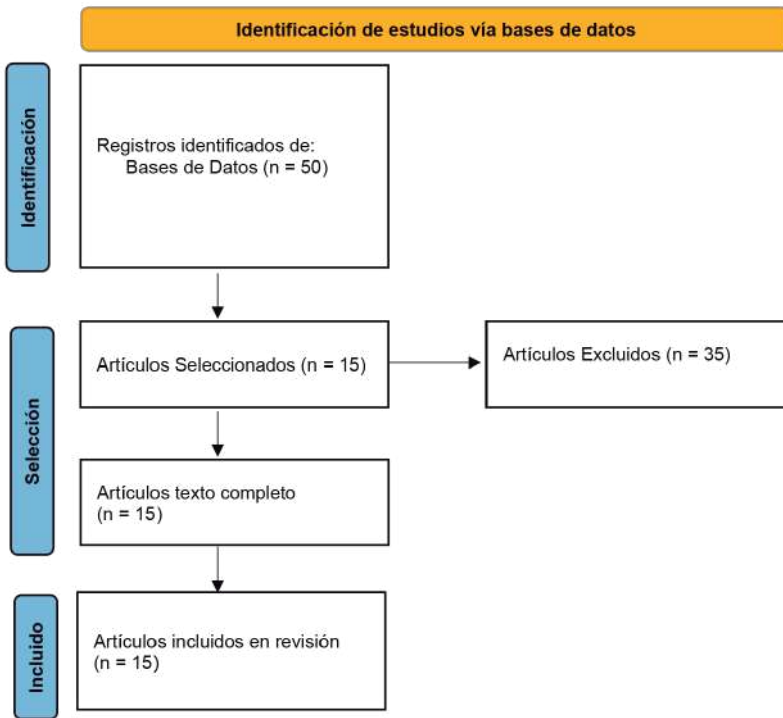
3. Metodología

Este ensayo se fundamentó en una revisión sistemática de literatura científica y académica sobre ética en el uso de la IA. Este enfoque metodológico es útil porque permite recopilar, analizar y sintetizar de manera rigurosa la evidencia existente sobre ética en el uso de la IA. Esto ayuda a identificar tendencias, vacíos de conocimiento y posibles inconsistencias en los estudios. Además, proporciona una base sólida para fundamentar decisiones, diseñar investigaciones futuras y políticas o intervenciones basadas en evidencia confiable. La revisión sistemática asegura un enfoque objetivo, exhaustivo y transparente, mejorando la calidad y la validez de las conclusiones derivadas del análisis de la literatura existente.

Se realizó una búsqueda por medio de MyLOFT, que es una plataforma que funciona como una biblioteca digital personalizada, que permite acceder, organizar y compartir contenido digital y recursos electrónicos suscritos por la biblioteca, como revistas, libros electrónicos y bases de datos. Entre las bases de datos que se consideraron en la búsqueda se pueden mencionar: Scopus, Science Direct, Knovel, EBSCO y Springer Link. También se realizó una búsqueda complementaria a través de Google Academics. Los criterios de inclusión fueron: artículos publicados entre 2015 y 2025, que estuvieran escritos en inglés o español, que fueran artículos de investigación empírica, revisiones de la literatura o análisis teóricos, y que abordaran directamente aspectos éticos de la IA, como regulación, sesgo, privacidad, autonomía, transparencia o responsabilidad. Se excluyeron artículos de divulgación general, noticias de prensa y documentos no académicos. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron: “ética IA”, “inteligencia artificial ética”, “sesgo algorítmico”, “privacidad IA”, “autonomía IA”, “transparencia IA”, “responsabilidad IA”, “IA y sociedad”, “impacto social IA”, “riesgos IA”.

El proceso de selección de artículos consistió en una revisión inicial de los resúmenes de 50 títulos para determinar la relevancia, seguida de una lectura de los 15 artículos preseleccionados para confirmar su elegibilidad y extraer información relevante para el análisis. Se utilizó un enfoque de análisis de contenido para examinar los artículos seleccionados. Se identificaron y organizaron los temas principales en los artículos. Finalmente, se realizó un análisis comparativo para contrastar los diferentes enfoques y perspectivas en la literatura.

Figura 1. Diagrama de flujo: Prisma de estudios revisados



Fuente: Elaboración propia.

La metodología utilizada es la base de la discusión crítica que se presenta a continuación, que permite fundamentar las aportaciones teóricas/prácticas del ensayo.

4. Discusión

Con base en el enfoque metodológico utilizado de la revisión teórica de autores o documentos referentes al estudio de la ética en la IA, sus aportaciones se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Revisión teórica de documentos referentes al estudio de la ética en la IA a nivel mundial

Artículo	Aportaciones
<p>Müller, Vincent C. (2023). Ethics of Artificial Intelligence and Robotics. <i>The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2023 Edition)</i>, Edward N. Zalta & Uri Nodelman (eds.).</p>	<p>Este artículo revisa varios desafíos éticos que surgen con la implementación de la IA y la robótica. Habla de la autonomía de las máquinas y las implicaciones éticas de permitir que la IA tome decisiones que afecten a los humanos. También aborda problemas de privacidad y responsabilidad, especialmente con el uso actual del Big Data y el aprendizaje automático. Finalmente, sugiere marcos normativos para gestionar los desafíos éticos, mediante el desarrollo de políticas que prioricen la seguridad y el bienestar humano.</p>
<p>“Principios de inteligencia artificial de Asilomar” (2017). https://futureoflife.org/open-letter/ai-principles/</p>	<p>En la “Conferencia de Asilomar, California sobre IA beneficiosa”, organizada por el Instituto del Futuro de la Vida, más de cien expertos e investigadores se reunieron para discutir y formular principios para una IA ética. Se acordaron veintitrés principios, los cuales están divididos en temas o preguntas de investigación (cinco), temas concernientes a la ética y valores (cinco) y problemas a largo plazo (cinco). Se menciona que la IA avanzada podría representar un cambio profundo en la historia de la vida en la Tierra y debería planificarse y gestionarse con el cuidado y los recursos correspondientes. Los expertos concordaron en que conforme se desarrollen sistemas de IA altamente autónomos, desde su concepción deben diseñarse de manera que se pueda garantizar que sus objetivos y comportamientos se alineen con los valores éticos humanos durante toda su operación, que sean compatibles con los ideales de dignidad humana, derechos, libertades y diversidad cultural.</p>

Artículo	Aportaciones
<p>Jobin, A., Ienca, M. & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. <i>Nat Mach Intell</i> 1, 389–399.</p>	<p>Este artículo analiza y compara una amplia gama de directrices éticas de IA emitidas por diferentes instituciones alrededor del mundo, incluidos gobiernos, instituciones académicas y empresas tecnológicas. Revisa principios clave como la justicia, la transparencia, la privacidad y la responsabilidad. Su análisis concluye que existe convergencia de algunos de los principios a pesar de las diferencias culturales y económicas, y sugiere que este conjunto común de principios podría servir como base para proponer regulaciones globales de IA más coherentes y efectivas.</p>
<p>Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. <i>Harvard Data Science Review</i>, 1(1).</p>	<p>El artículo propone un marco unificador de cinco principios que deberían guiar la aplicación ética de la IA: equidad, responsabilidad, transparencia, privacidad y beneficios para el ser humano. Examina cada principio, con ejemplos de cómo se aplican en contextos prácticos. El artículo concluye que estos principios pueden servir como base para políticas de inteligencia artificial que sean tanto efectivas como éticamente sólidas.</p>
<p>Brundage, M. <i>et al.</i> (2018). The Malicious Use of Artificial Intelligence: Forecasting, Prevention, and Mitigation.</p>	<p>El reporte fundamenta los riesgos inherentes al uso malintencionado de la inteligencia artificial. Menciona casos de cómo la IA podría ser utilizada para ciberataques más efectivos, para manipular la opinión pública a través de noticias falsas o para desarrollar armas autónomas. Finalmente, el reporte resalta la importancia de que la comunidad internacional trabaje en conjunto para crear marcos preventivos y que los gobiernos entiendan las implicaciones de la IA para que estén preparados para combatir su uso malicioso.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

En México, aunque es un tema incipiente, existen algunos trabajos que lo analizan para el contexto mexicano.

Tabla 2. Revisión teórica de autores o documentos referentes al estudio de la ética en la IA en México

Artículo	Aportaciones
Del Pozo, C., Gómez Mont, C. & Martínez Pinto, C. Coord. (2020). Agenda Nacional de IA de México. México: IA2030Mx.	Agenda desarrollada por la Coalición IA2030Mx para proponer la Agenda Nacional Mexicana de IA, documento que busca cimentar el desarrollo y uso de la IA como herramienta para la disminución de brechas de desigualdad con un desarrollo inclusivo en México. También buscan establecer las bases para un desarrollo y uso ético de la IA, mitigando los riesgos sociales y ambientales presentes y futuros.
Ibarra, E., De la Peña, S. & Santoyo, C. (2024). Panorama de la Inteligencia Artificial en México: hacia una Estrategia Nacional 2024.	El reporte tiene como objetivo proporcionar una actualización sobre el estado de la IA en México. Mediante un análisis documental del panorama internacional en materia de IA, ofrecen recomendaciones estratégicas que guíen la formulación de una Estrategia Nacional de IA para el país, considerando los avances en materia de digitalización, gobernanza y marco normativo.
Corona Nakamura, L. & González Madrigal, J. (2023). La perspectiva ética y jurídica de la Inteligencia Artificial en México. Revista Misión Jurídica, 16, (25), 199-214.	El artículo resalta la importancia de la ética en el desarrollo y aplicación de la IA. Resalta que la aplicación y el uso de las tecnologías que utilizan IA se realicen desde la ética porque de esta manera se asegura que las decisiones que se tomen en su empleo sean justas, imparciales y que permitan el respeto de los derechos humanos, así como la dignidad de las personas. Propone el establecimiento de estándares éticos que logren el desarrollo y el uso de la IA de una manera responsable.

Fuente: Elaboración Propia.

De la revisión bibliográfica anterior se presenta en la Tabla 3 un análisis FODA, que explícita el contexto actual de la ética en la IA.

Tabla 3. FODA de revisión bibliográfica

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p><i>Enfoque ético y normativo claro:</i> Diversos artículos proponen principios y marcos éticos para un enfoque normativo claro (Artículos de Asilomar, Floridi & Cowls).</p>	<p><i>Desarrollo de marcos regulatorios globales:</i> Convergencia en principios éticos a nivel internacional (Jobin <i>et al.</i>).</p>	<p><i>Falta de regulación internacional uniforme:</i> Aunque hay principios, aún hay diferencia en su implementación y aceptabilidad (Jobin <i>et al.</i>).</p>	<p><i>Uso malicioso de la IA:</i> Riesgos de ciberataques, armas autónomas y manipulación social (Brundage <i>et al.</i>).</p>
<p><i>Conciencia sobre autonomía y responsabilidad:</i> Reconocimiento de la necesidad de control en decisiones automatizadas (Müller).</p>	<p><i>Creciente interés en la regulación:</i> Oportunidad para crear políticas efectivas que prioricen la seguridad y bienestar humano (Jobin <i>et al.</i>).</p>	<p><i>Cuestiones éticas complejas:</i> Acentúan problemas como privacidad, responsabilidad y toma de decisiones autónomas (Müller, Floridi & Cowls).</p>	<p><i>Amenaza a derechos humanos:</i> Manipulación de información, vigilancia excesiva y pérdida de privacidad (Brundage <i>et al.</i>).</p>
<p><i>Principios universales propuestos:</i> Justicia, transparencia, responsabilidad, privacidad y dignidad (Floridi & Cowls).</p>	<p><i>Colaboración internacional:</i> Posibilidad de establecer estándares globales y cooperación efectiva (Jobin <i>et al.</i>).</p>	<p><i>Desafíos en implementación:</i> Dificultad para aplicar principios en diferentes contextos culturales y económicos (Jobin <i>et al.</i>).</p>	<p><i>Impacto en la sociedad y cultura:</i> Cambio profundo en la vida, con posibles impactos negativos si no se regula adecuadamente.</p>

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<p><i>Conciencia sobre riesgos y prevención:</i> Importancia de anticipar y mitigar riesgos potenciales (Brundage <i>et al.</i>).</p>	<p><i>Innovación en políticas y tecnologías éticas:</i> Oportunidad de avanzar en tecnología responsable y ética.</p>	<p><i>Falta de marco normativo y cultura ética en algunos contextos nacionales:</i> Necesidad de fortalecer estándares éticos y normativos en países en desarrollo (Corona Nakamura & González Madrigal).</p>	<p><i>Riesgos específicos en México:</i> Brechas de desigualdad, riesgos sociales y ambientales si no se regula el uso de IA en el contexto nacional (Del Pozo <i>et al.</i>, Ibarra <i>et al.</i>, Corona Nakamura & González Madrigal).</p>
<p><i>Priorización del desarrollo inclusivo y responsable en México:</i> La agenda nacional busca disminuir desigualdades y promover un uso ético (Del Pozo <i>et al.</i>, Corona Nakamura & González Madrigal).</p>	<p><i>Estrategias específicas para contextos nacionales:</i> Posibilidad de adaptar principios éticos y normativos a la realidad mexicana (Corona Nakamura & González Madrigal).</p>	<p><i>Limitaciones de recursos y capacidades:</i> Dificultad para implementar normativas y programas éticos en todos los niveles del país (Ibarra <i>et al.</i>).</p>	<p><i>Desigualdades sociales agravadas:</i> Uso de IA que pueda profundizar brechas sociales si no se tiene regulación adecuada (Del Pozo <i>et al.</i>).</p>

Fuente: Elaboración Propia.

El estado del arte del estudio de la ética en la IA, tanto a nivel mundial como en México, muestra diversidad de temas y enfoques, pero que permiten, mediante un análisis comparativo de los diferentes enfoques y perspectivas en la literatura, encontrar puntos en común.

Tabla 4. Principales líneas de investigación y principios encontrados.

Principio	Fundamento
Brecha Digital y Acceso a la Tecnología.	Un tema central desde el punto de vista ético es garantizar el acceso equitativo a los beneficios e impactos positivos que puede generar la IA para la población en general. Ya que un acceso desigual a los avances tecnológicos incrementa las inequidades sociales entre la población. De forma general a nivel mundial, y en específico sobre todo en países en desarrollo como lo es México, el acceso a la tecnología no es uniforme. En este sentido, si no generan mecanismos o políticas que promuevan un acceso más equitativo, la IA podría profundizar la brecha digital.
Privacidad, Protección de Datos y Vigilancia.	La protección de datos personales y la seguridad de los sistemas son aspectos éticos esenciales, ya que la IA a menudo maneja información sensible. La ética requiere que se respeten los derechos de privacidad y que los datos se utilicen de forma responsable. La IA tiene el potencial de comprometer la privacidad a través de la recopilación masiva de datos, el análisis de patrones y la vigilancia predictiva. La capacidad de la IA para inferir información sensible a partir de datos aparentemente inofensivos plantea serias preocupaciones sobre la privacidad. Los marcos regulatorios ⁵ buscan proteger la privacidad de los datos, pero su efectividad en el contexto de la IA es objeto de debate. Las técnicas de preservación de la privacidad, como la privacidad diferencial y el aprendizaje federado, ofrecen enfoques prometedores para proteger la privacidad de los datos mientras se permite el análisis y el aprendizaje automático.

5. El Reglamento General de Protección de Datos (GDPR, por sus siglas en inglés) es una ley de privacidad de datos de la Unión Europea (UE) que entró en vigor en 2018. Su objetivo principal es proteger los datos personales de los ciudadanos de la UE y simplificar el marco regulatorio para las empresas internacionales que operan en la región. En México se tienen en la legislación instrumentos tanto para particulares como para sujetos obligados, como son: La Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares y la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, cuyas nuevas versiones fueron publicadas en 2025, que tienen por objeto la protección

Principio	Fundamento
<p>Justicia, Equidad, Sesgo y Discriminación Algorítmica.</p>	<p>La IA debe diseñarse y desplegarse de manera que no reproduzca ni amplifique sesgos existentes, asegurando que no discrimine por motivos de raza, género, edad u otros aspectos. La ética promueve la equidad para evitar decisiones discriminatorias que puedan perjudicar a ciertos grupos. El sesgo se refiere a la presencia de errores sistemáticos en los algoritmos que conducen a resultados injustos o discriminatorios, que podrían incluso perpetuar patrones existentes en la sociedad. Actualmente, la IA es tan “inteligente” como sea la programación de sus algoritmos y los modelos de aprendizaje que se generan, lo que la hace sumamente dependiente de los conjuntos de datos y los criterios o parámetros establecidos para su entrenamiento. Su precisión depende de las opiniones, criterios, valores, credos y paradigmas de quienes los elaboran, por lo que se tiene que reconocer que al momento de su programación pueden existir sesgos que impactan o alteran sus resultados, que en algunos casos pueden llevarnos a tomar decisiones críticas de manera errónea. El impacto del sesgo algorítmico se ha documentado en áreas como la contratación, el acceso a servicios financieros o en el sistema de justicia. Las estrategias de mitigación incluyen la recopilación de datos más representativos, el diseño de algoritmos conscientes del sesgo y la auditoría de algoritmos para detectar y corregir el sesgo.</p>
<p>Autonomía, Responsabilidad y Rendición de Cuentas.</p>	<p>La autonomía de los sistemas de IA plantea desafíos fundamentales para la responsabilidad y la rendición de cuentas. A medida que los sistemas de IA toman decisiones más complejas y autónomas, se vuelve más difícil asignar responsabilidad y quién debe rendir cuentas en caso de daño o error. Los marcos de responsabilidad propuestos incluyen la responsabilidad del programador, la responsabilidad del operador, la responsabilidad de los usuarios o la responsabilidad de los proveedores del servicio (aseguradoras de automóviles, por ejemplo). Sin embargo, la asignación de responsabilidad sigue siendo un desafío complejo, especialmente en el caso de sistemas de IA que aprenden y evolucionan con el tiempo. Por lo tanto, la ética implica establecer marcos legales y normativos claros que asignen responsabilidad.</p>

de los datos personales en posesión de los particulares y en posesión de sujetos obligados, respectivamente. Con la finalidad de regular su tratamiento legítimo, controlado e informado, a efecto de garantizar la privacidad y el derecho a la autodeterminación informativa de las personas.

Principio	Fundamento
Transparencia y Explicabilidad.	Son esenciales para garantizar la confianza y la rendición de cuentas en los sistemas de IA. Sin embargo, muchos algoritmos de IA, especialmente las redes neuronales, son opacos y difíciles de entender. Las técnicas de IA explicable buscan hacer que los algoritmos de IA sean más transparentes y explicables. Sin embargo, la explicabilidad sigue siendo un desafío técnico y conceptual, y existe un debate sobre qué tipo de explicaciones son más útiles y significativas para cada contexto específico en que se utilizan. La ética exige que los sistemas de IA sean transparentes y que sus decisiones puedan explicarse fácilmente, para que usuarios y responsables entiendan cómo y por qué se toman ciertas decisiones, fomentando la confianza y permitiendo detectar posibles errores o sesgos.
Impacto en el Empleo.	La automatización impulsada por la IA tiene el potencial de desplazar empleos en diversos sectores laborales. Si bien la IA también puede crear nuevos empleos, existe la preocupación de que los beneficios de la automatización no se distribuyan equitativamente, lo que podría aumentar la desigualdad y la pobreza. Las estrategias de adaptación propuestas incluyen la capacitación, la educación y la renta básica universal.
Ética en la Investigación con Humanos.	Un punto de serios cuestionamientos éticos es la utilización de la IA en investigaciones con participantes humanos en temas como la salud, por ejemplo. Es importante considerar los principios éticos de consentimiento informado, privacidad y minimización de riesgos que deben estar considerados desde el inicio.
Usos de la IA en el Sector Público.	Un tema que puede llegar incluso a polarizar a la opinión pública es con respecto al uso de la IA por parte de los gobiernos en áreas como seguridad pública, salud o educación. Considerando bajo qué principios éticos los gobiernos fundamentan su nivel de uso y el grado de intromisión que se puede generar hacia sus ciudadanos. El objetivo final del uso de la IA por los gobiernos debería ser que contribuya al bienestar social, promoviendo avances que mejoren la calidad de vida y fomenten su uso en pro del interés común de la población.

Fuente: Elaboración Propia.

Aportación Teórica (SCIENTIA)

Los resultados de esta revisión teórica sugieren que la ética en la IA es un campo de investigación vibrante y en rápido crecimiento. La diversidad de temas y enfoques refleja la complejidad y la importancia de los desafíos éticos planteados por la IA. Si bien se han logrado avances significativos en la comprensión de estos desafíos, persisten brechas en la literatura, sobre todo en países en desarrollo como México. Se necesita más investigación sobre temas relacionados con la ética y la IA en México, el impacto social de la IA en México, la regulación de la IA en México, políticas de IA en México, por mencionar algunos que en su conjunto permitan una gobernanza adecuada para el uso de la IA en el país.

Aportación Práctica (PRAXIS)

Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones prácticas importantes para el desarrollo y la implementación de la IA con un enfoque ético y una gobernanza asertiva. Es fundamental que los diseñadores, los desarrolladores, los responsables de la toma de decisiones y los hacedores de políticas públicas, tengan en cuenta los aspectos éticos de la IA desde el principio. Se necesitan marcos regulatorios claros y efectivos para garantizar que la IA tenga una gobernanza que permita su uso responsable y ético. La aplicación práctica de la ética en el desarrollo tecnológico-económico-social consiste en la aplicación del pensamiento ético a las preocupaciones prácticas del uso de la IA. La razón por la que el pensamiento ético está ganando relevancia es debido a que los nuevos desarrollos a partir de la IA nos dan más poder para actuar con un mayor impacto en nuestra vida cotidiana, lo que significa que tenemos que tomar decisiones que antes no teníamos que tomar. La utilización de la IA para tomar mejores decisiones basadas en información, por sí misma tiene un fundamento ético al momento de la toma de esas decisiones. Pero es importante no confundir eficiencia con moralidad; sólo porque algo sea más eficiente no significa que sea moralmente mejor, aunque a menudo la eficiencia sí representa beneficios para la humanidad.

En el contexto anterior se plantea un debate en la actualidad, donde hay posturas críticas a continuar con el ritmo de desarrollo actual de la IA, con expertos en el tema como Yoshua Bengio, Stuart Russell, Bart Selman, Elon Musk, Steve Wozniak, Emad Mostaque, entre otros, que en el 2023 firmaron la carta abierta “Pause Giant AI Experiments: An Open Letter”, en la que se plantean los potenciales peligros que representan los modelos avanzados de IA, por lo que piden pausar el desarrollo de esta inteligencia, ya que el nivel de planificación y gestión necesaria acorde a los “Principios de Asilomar” no está sucediendo, reflejándose en el hecho de que en los últimos meses los laboratorios de IA se han entrado en una carrera fuera de control para desarrollar e implementar “mentes digitales” cada vez más poderosas que nadie, ni siquiera sus creadores, pueden entender, predecir o controlar de manera confiable. En contraparte, el reconocido tecnólogo y empresario Bill Gates se pronunció en contra de dicha pausa, toda vez que, a su consideración, no es el camino adecuado para afrontar los retos que implica el avance de la IA, sino que es preferible conocer de primera mano los beneficios, a la vez que en paralelo se identifican las áreas complejas que merecen mayor atención.

Ambas posturas, opuestas entre sí, permiten apreciar el dilema ético al que nos referimos, puesto que una no es excluyente de la otra; ambas muestran un argumento razonable y válido. Lo anterior permite vislumbrar que la existencia de un dilema ético implica, en el caso del desarrollo y liberación de la IA, la existencia de muchos huecos legales en los sistemas jurídicos a nivel global, en donde surge el cuestionamiento de cómo se llega a hacer pública la tecnología sin considerar escenarios en los que existe una potencial afectación colectiva que pudiera, en ciertos casos, causar gran inestabilidad y daños a nuestras sociedades.

5. Conclusión

Este estudio ha proporcionado una visión general del estado del arte de la ética y gobernanza en el uso de la IA. La IA plantea desafíos éticos profundos que exigen una atención urgente y multidisciplinaria. Si bien se han logrado avances significativos en la comprensión de

estos desafíos, persisten brechas importantes en la literatura, lo que se profundiza en un país como México. El futuro de la IA depende de nuestra capacidad para abordar estos desafíos éticos y garantizar que la IA tiene una gobernanza para que su uso sea en beneficio de toda la humanidad. Hay muchas preguntas e incertidumbres que enfrentamos a medida que avanzamos en este nuevo contexto tecnológico. Nuestro objetivo como sociedad debería ser que utilicemos la IA para lograr una vida mejor para todos, disminuyendo las desigualdades, enfocándonos en quienes están en peor situación.

Pero lo anterior no sucede por sí solo; para una gobernanza adecuada es necesaria la intervención para planificar y probablemente se necesite regular ciertos desarrollos y sus posibles impactos en la sociedad. Desde este trabajo no se propone una actitud intervencionista en el desarrollo tecnológico y en el avance de la IA, que en un momento dado lo pueda limitar u obstaculizar; lo que se propone es tomar en consideración para un análisis sistémico a profundidad todos los impactos que están generando los diversos desarrollos relacionados con la IA en nuestra vida diaria con un enfoque multidisciplinar, iniciando los diálogos necesarios con los expertos, para que en su momento, cuando sea requerido, se intervenga con alguna regulación o política pública, y no esperar hasta que se generan los impactos negativos para comenzar las discusiones al respecto.

La implementación de tecnologías de IA está causando una transformación significativa en sectores claves como la economía, los servicios de salud, la seguridad pública y el ámbito laboral. Aunque existe preocupación por la posible pérdida de empleos debido a la automatización, también se están creando nuevas oportunidades laborales en campos que requieren habilidades avanzadas. Además, la aplicación de la IA en áreas como la salud y en el sector financiero está revolucionando nuestro día a día, mejorando la calidad de vida de las personas.

México requiere afrontar a la brevedad y de una forma sistémica y sistemática las implicaciones económicas, sociales y tecnológicas de la penetración y uso de la IA de manera general en la sociedad. A pesar de que desde 2020 han surgido más de 50 iniciativas legislativas relacionadas con la IA con el objetivo de regular el desarrollo ético y soberano de la IA, el país todavía carece de un marco regulatorio claro y coherente. Las normativas actuales siguen siendo insuficientes para tener una gobernanza acorde a los retos que presentan estas

tecnologías. Se necesitan políticas públicas orientadas a incentivar el desarrollo de tecnologías que beneficien a la sociedad en su conjunto. Como un buen punto de partida, la Alianza Nacional de Inteligencia Artificial publicó un conjunto de propuestas que abordan el periodo 2024-2030, buscando establecer un marco normativo y ético que regule eficazmente las innovaciones en este ámbito.

6. Referencias

- Asilomar. (2017). Principios de inteligencia artificial de Asilomar de Future of Life. <https://futureoflife.org/ai-principles/>
- Bostrom, N. (2013). Existential Risk Prevention as Global Priority. *Global Policy*, vol. 4(1), 15-31. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12002>
- Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., Dafoe, A., Scharre, P., Zeitzoff, T., Filar, B., Anderson, H., Roff, H., Allen, G. C., Steinhardt, J., Flynn, C., Heigeartaigh, S. Ó., Beard, S., Belfield, H., Farquhar, S. y Amodei, D. (2018). El Uso Malintencionado de la Inteligencia Artificial: Predicción, Prevención y Mitigación. *Apollo - Repositorio de la Universidad de Cambridge*. <https://doi.org/10.17863/CAM.22520>
- Corona Nakamura, L., y González Madrigal, J. (2023). La perspectiva ética y jurídica de la Inteligencia Artificial en México. *Revista Misión Jurídica*, 16, (25), 199-214. <https://doi.org/10.25058/1794600X.2261>
- Del Pozo, C., Gómez Mont, C. y Martínez Pinto, C. Coord. (2020). *Agenda Nacional de IA de México. México: IA2030Mx*. https://wp.oecd.ai/app/uploads/2022/01/Mexico_Agenda_Nacional_Mexicana_de_IA_2030.pdf
- Floridi, L., y Cows, J. (2019). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. *Harvard Data Science Review*, 1(1). <https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1>
- Future of Life Institute (2023). Pause Giant AI Experiments: An Open Letter, We call on all AI labs to immediately pause for at least 6 months the training of AI systems more powerful than GPT4. Published March 22, 2023. <https://futureoflife.org/open-letter/ai-principles/>
- Hawking, S. (2016). "The best or worst thing to happen to humanity" - Stephen Hawking launches Centre for the Future of Intelligence. Recuperado el 15 de julio de 2025. <https://www.cam.ac.uk/research/news/the-best-or-worst-thing-to-happen-to-humanity-stephen-hawking-launches-centre-for-the-future-of>

- Ibarra E., De la Peña S. y Santoyo C. (2024). Panorama de la Inteligencia Artificial en México: hacia una Estrategia Nacional. 2024, disponible en: <https://www.amcid.org/page/sandboxregulatoriomexico>
- Jobin, A., Ienca, M. y Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nat Mach Intell* 1, 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
- Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares. Nueva Ley DOF 20-03-2025. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPDPPP.pdf>
- Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados. Nueva Ley DOF 20-03-2025. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPDPPSO.pdf>
- Minsky, M. (1968). *Semantic Information Processing*. Cambridge, MA: MIT Press. Editor, Marvin Minsky. Contributor, Massachusetts Institute of Technology. Edition, illustrated, reprint; Publisher, MIT Press, 1968. ISBN, 0262130440
- Müller, Vincent C. (2003). Ethics of Artificial Intelligence and Robotics, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2023 Edition)*, Edward N. Zalta y Uri Nodelman (eds.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2023/entries/ethics-ai/>>.
- “Pause Giant AI Experiments: An Open Letter”. Future of Life Institute. Recuperado el 18 de abril de 2024. <https://futureoflife.org/es/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>
- Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union L 119/1. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/eng>
- Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind* 49: 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- UNESCO. (2022). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial Adoptada el 23 de noviembre de 2021. Publicado en 2022 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia. SHS/BIO/PI/2021/1. <https://www.unesco.org/es/legal-affairs/recommendation-ethics-artificial-intelligence>
- Vázquez Barquero, A. (2005). *Las nuevas fuerzas del desarrollo*, Barcelona: Antoni Bosch. ISBN: 978-84-95348-16-6



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 10

Inteligencia artificial y saberes locales: integración ética y sostenible para la gestión socioecológica

Carlos Gabriel Borbón-Morales¹
Héctor G. Ortiz-Cano²

Resumen

En los territorios áridos y semiáridos del noroeste de México, la gestión sostenible del *Agave angustifolia* Haw, planta fundamental para la producción de bacanora, se enfrenta al desafío de combinar dinámicas de innovación con elementos de biculturalidad, en un contexto de problemáticas socioecológicas históricas y actuales. Se identifican dificultades como la fragmentación de datos, la exclusión de productores tradicionales, agravadas por la incorporación acelerada de tecnologías en el sector. Ante este panorama, la investigación planteó

-
1. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. <https://orcid.org/0000-0002-6073-6672/>. cborbon@ciad.mx
 2. Negaunee Institute for Plant Conservation Science and Action, Chicago Botanic Garden. <https://orcid.org/0009-0004-5575-4886>. hortiz@chicagobotanic.org

la necesidad de diseñar rutas metodológicas que integran el análisis geoespacial con elementos con enfoques bioculturales, con el fin de comprender los procesos de innovación sostenible vinculados al agave. Se desarrolló una metodología mixta, que combinó la revisión detallada de literatura sobre inteligencia artificial y bioculturalidad con el análisis de datos abiertos de biodiversidad dirigidos a esta planta. Los resultados muestran que la convergencia entre herramientas de inteligencia artificial y los saberes locales no solo enriquece la investigación científica, sino que también aporta a la construcción de estrategias prácticas en el territorio. Esta propuesta se caracteriza por su originalidad, al promover la colaboración interdisciplinaria y la articulación entre tecnologías digitales, datos abiertos y patrimonios bioculturales. No obstante, se señalan limitaciones como la ausencia de trabajo etnográfico de campo, aspecto clave para profundizar en las dinámicas comunitarias. Aun con estas limitaciones, se concluye que la digitalización y el uso de inteligencia artificial potencian la modelización ecológica, mientras que la transmisión generacional del conocimiento local se mantiene como eje fundamental de la identidad biocultural.

Palabras clave: Inteligencia artificial, saberes locales, agave.

1. Introducción

Este capítulo analiza la convergencia entre inteligencia artificial (IA), saberes locales y sostenibilidad como una ruta esencial frente a los retos del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la desigualdad social. Se plantea que la IA, más que una herramienta tecnocrática, puede integrarse de forma ética y situada con conocimientos ancestrales, generando soluciones adaptativas para la agricultura, la conservación y la gobernanza inclusiva. Tomando como ejemplo la gestión del agave, se demuestra cómo la colaboración entre ciencia de datos e inteligencia comunitaria fortalece la resiliencia socioecológica y la seguridad alimentaria. El capítulo aborda fundamentos teóricos, aplicaciones prácticas, marcos de gobernanza y desafíos éticos, destacando la necesidad de regulación justa y la coproducción de saberes. Concluye proponiendo una visión crítica y propositiva de la IA como tecnología transformadora para la gestión sostenible de los territorios.

2. Desarrollo

La sección analiza los retos de la gestión socioecológica en regiones áridas de México ante cambio climático, desigualdad tecnológica y fragmentación de datos, explorando el papel de la inteligencia artificial como oportunidad y desafío ético-social. Asimismo, plantea nuevas preguntas y enfoques para articular innovación digital y conocimiento local en la gestión ambiental futura.

2.1. Contexto y problematización

En las últimas décadas, la gestión de territorios socioecológicos ha enfrentado desafíos cada vez más complejos debido a la intensificación de los cambios climáticos, la fragmentación de datos y la persistente desigualdad en el acceso a tecnologías. En este contexto, la irrupción de la IA representa una oportunidad para optimizar la modelización, el monitoreo ambiental y la toma de decisiones basadas en evidencia, especialmente en regiones áridas y semiáridas como las habitadas por comunidades agaveras en México.

Sin embargo, la aplicación de IA no está exenta de tensiones: la fragmentación de datos, la falta de modelos auditables y la exclusión de saberes locales son obstáculos estructurales. Además, muchas de las soluciones tecnológicas emergentes tienden a reproducir enfoques extractivistas o centralizados, ignorando la riqueza y pertinencia del conocimiento ancestral en la gestión sostenible.

Estas circunstancias plantean preguntas fundamentales sobre cómo articular éticamente la IA y los saberes locales para evitar nuevas formas de invisibilización y dependencia tecnológica. ¿Es posible construir modelos genuinamente participativos e inclusivos que fortalezcan la equidad y la resiliencia socioecológica, o estamos frente a la reproducción de viejos paradigmas bajo nuevas herramientas digitales?

2.2. Estado del arte sobre inteligencia artificial y medio ambiente: desafíos, potenciales y conocimiento local

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la sostenibilidad ambiental constituye una de las fronteras más dinámicas de la investigación científica y tecnológica. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y optimizar procesos ofrece soluciones relevantes en la gestión de recursos, la mitigación del cambio climático y la transición socioecológica global (Khattab, 2025; London Business School, 2025; Olivetti *et al.*, 2024).

Los avances en aplicaciones predictivas y gestión ecosistémica consolidan a la IA como herramienta clave en la modelización de riesgos climáticos mediante algoritmos avanzados y datos multiescalares (Radvilé & Urbonas, 2025; FINGREEN AI, 2025). Ejemplo de ello es Mamba Coral-Diffusion Detection, marco que optimiza el monitoreo de arrecifes coralinos, reduciendo costos computacionales y ampliando la conservación marina (Lu *et al.*, 2025).

En agricultura, la llamada “agricultura 4.0” combina IA, IoT, sensores e imágenes satelitales para mejorar productividad y resiliencia climática (Prasad *et al.*, 2025; Wanyama *et al.*, 2024). Modelos como MaxEnt predicen zonas aptas para cultivos —como el agave— al integrar variables ambientales y conocimiento campesino (Ortiz Cano *et al.*, 2023; Davis & Ortiz-Cano, 2023; Stewart, 2015).

En energía y ciudades inteligentes, la IA impulsa eficiencia energética, microrredes renovables y gobernanza participativa, además de integrar blockchain y gemelos digitales (Louati *et al.*, 2024; Matindike & Matutu, 2025; ITU AI for Good, 2025). Finalmente, destaca su papel en estrategias comunitarias que reducen brechas sociodigitales con enfoques culturalmente adaptados (Matindike & Matutu, 2025).

2.2.1. RIESGOS, LIMITACIONES Y DILEMAS ÉTICO-TECNOLÓGICOS

El vertiginoso avance de modelos IA —en especial los generativos— está asociado a un incremento notable en demandas energéticas y hídricas de centros de datos, generando externalidades ambientales que aún requieren soluciones eficaces y métricas de eficiencia específicas (Olivetti *et al.*, 2024; London Business School, 2025).

Asimismo, persisten desafíos vinculados a sesgos algorítmicos, privacidad, accesibilidad desigual y escalabilidad en contextos diversos, lo que exige marcos regulatorios robustos y deliberación ética multi-sectorial (Smale *et al.*, 2025; Das *et al.*, 2025).

La interoperabilidad de soluciones y la fragmentación de datos representan obstáculos notables; la diversidad socioecológica demanda modelos auditables y adaptativos que fortalezcan la validez y utilidad a nivel global y local (Atapattu *et al.*, 2024).

2.2.2. TENDENCIAS FUTURAS Y PERSPECTIVAS ESTRATÉGICAS

El futuro inmediato proyecta una integración sin precedentes entre inteligencia artificial (IA), gemelos digitales, blockchain y sensores remotos, con capacidad para optimizar la respuesta de sistemas ambientales y productivos (Radvilė & Urbonas, 2025; Zarrabi & Mohammadian, 2024). Este avance se articulará con la promoción de gobernanza inclusiva, estándares globales de IA sostenible y el fortalecimiento de capacidades verdes y digitales, aspectos clave para garantizar una transición ecológica justa (Cheung, 2025; ITU AI for Good, 2025).

La robótica ecológica y los ecobots destacan como innovaciones en restauración y monitoreo de ecosistemas, mientras que plataformas deliberativas de IA transformarán los procesos de decisión colectiva (Annual Reviews, 2025; Civic AI Toolkit, 2025). La evidencia muestra el papel de la IA como catalizador de soluciones ambientales multi-dimensionales, siempre que incorpore ética, equidad y adaptabilidad sociocultural (Khattab, 2025; ITU AI for Good, 2025). En este sentido, el despliegue responsable de la IA dependerá de marcos regulatorios flexibles y de la articulación entre saberes locales y tecnologías avanzadas, condición necesaria para avanzar hacia un futuro ambientalmente resiliente y socialmente justo.

3. Metodología

Este apartado expone el enfoque metodológico del estudio, desde la justificación del análisis geoespacial con datos abiertos y herramientas como GBIF y QGIS, hasta la incorporación de saberes locales mediante

revisión de literatura. Finalmente, presenta resultados preliminares sobre la distribución del *Agave angustifolia* Haw. y su vínculo con territorios indígenas, destacando la interacción entre tecnología y patrimonio biocultural.

3.1. Justificación del enfoque metodológico

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo, enfocado principalmente en el análisis geoespacial de la distribución de especies de agave —especialmente *Agave angustifolia* Haw.— tanto a nivel nacional como en el estado de Sonora. Para este propósito, se emplearon plataformas tecnológicas clave: el *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) para la obtención de datos primarios y *Quantum GIS* (QGIS) para su procesamiento, análisis y visualización cartográfica basada en inteligencia artificial. Se consideró esencial la apropiación de herramientas abiertas y reproducibles, lo que permitió documentar de manera precisa las áreas de ocurrencia y concentración de la especie, así como detectar vacíos de registro relevantes para la gestión territorial y la toma de decisiones en conservación de agaves.

3.2. Técnicas de análisis utilizadas

El estudio utilizó registros biológicos validados de GBIF, integrados en QGIS para generar mapas de distribución y aplicar algoritmos de inteligencia artificial que identifican patrones espaciales y áreas prioritarias de monitoreo. Estos resultados se contextualizaron mediante la revisión de literatura sobre saberes locales y transmisión intergeneracional, subrayando que la producción artesanal de bacanora ha perdurado gracias a la preservación de prácticas culturales, técnicas ancestrales y el rol central del conocimiento comunitario en la conservación del *Agave angustifolia* Haw. (Salazar, 2007; Núñez & Salazar, 2009).

La transmisión de saberes en las comunidades agaveras de la sierra sonoreNSE se refleja en prácticas y rituales heredados que combinan técnicas ancestrales, innovación empírica y adaptación al entorno. Este patrimonio biocultural ha sido clave para la consolidación del bacanora

como emblema identitario, resistiendo la estandarización impuesta por la denominación de origen y las normativas institucionales (Salazar, 2007).

3.3. Resultados preliminares.

El análisis espacial de la distribución del *Agave angustifolia* Haw. en México, A partir de datos georreferenciados obtenidos de GBIF (2022) y procesados mediante QGIS (QGIS Plugins Repository, 2025), revela una alta concentración de plantaciones en la franja occidental y sur del país. Destacan especialmente los estados de Sonora —predominantemente en la sierra y zonas serranas—, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Oaxaca, Guerrero y Jalisco.

De acuerdo con el mapa 1, las regiones del norte —Baja California, partes de Chihuahua, Coahuila y Tamaulipas— así como del sureste —Chiapas, Tabasco y zonas de Veracruz— muestran una baja o nula presencia, delimitando con claridad los márgenes ecológicos y geográficos de la especie. En la península de Yucatán la presencia es marginal y atribuible principalmente a introducciones experimentales, pues la especie dominante es el henequén (*A. fourcroydes*).

Los resultados preliminares muestran que, incluso en la era digital, la producción de bacanora depende del saber local, la transmisión oral y la práctica cotidiana para preservar su autenticidad y diversidad. Esta sinergia entre ciencia e innovación tecnológica con procesos tradicionales resalta la necesidad de políticas inclusivas que protejan el conocimiento comunitario como eje de sostenibilidad y resiliencia biocultural (Álvarez-Ainza, 2011; Vidal Salazar, 2007).

En el mapa 2 se observa que los puntos verdes representan registros de presencia de *Agave angustifolia*. Se distribuyen principalmente en la región sur, sureste y algunas zonas del centro y noreste de Sonora. Esto indica que estas áreas tienen condiciones ecológicas favorables para el agave, coincidiendo con regiones agrícolas, serranas y valles donde tradicionalmente se cultiva o crece de forma silvestre. En el mismo mapa, las áreas de calor muestran la densidad y territorio de los principales grupos indígenas en Sonora. Las áreas con mayor intensi-

dad de color representan mayor presencia o territorio de algún grupo indígena.

Mapa 1. Distribución ecológica de *Agave angustifolia* Haw en Sonora

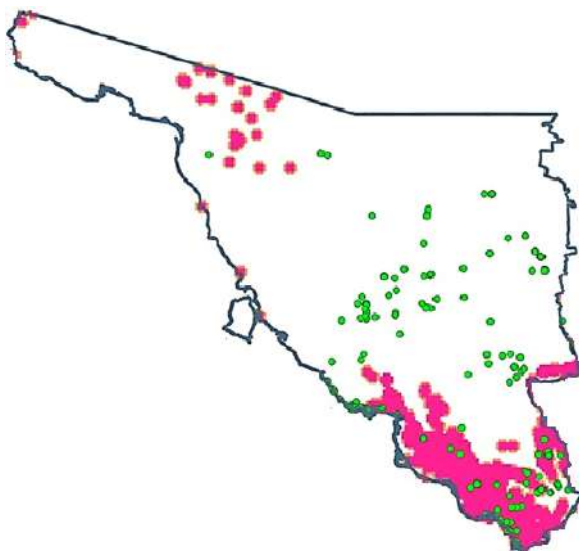


Nota: Los puntos rojos muestran la presencia georreferenciada de *Agave angustifolia* Haw.
Fuente: GBIF (2022); QGIS Plugins Repository (2025).

Se observa un traslape importante entre zonas de agave y territorios indígenas, lo cual resalta el potencial biocultural de la región:

- Mayos: Localizados en el sur de Sonora.
- Yaquis: Su territorio abarca el valle costero del Yaqui.
- Guarijíos (Makurawe): En la zona serrana al sureste del estado.
- Ópatas: Ocupan una extensa franja serrana del noreste y oriente de Sonora.
- Seris (Comca'ac): Pueblos costeros en el área centro/norte del estado.
- Pápagos (Tohono O'odham): Predominan en el noroeste del estado.
- Cucapás: Zonas al noroeste, en la frontera con Baja California y Estados Unidos.

Mapa 2. Distribución ecológica de *Agave angustifolia* Haw y grupos indígenas en Sonora



Nota: Los puntos verdes muestran la presencia georreferenciada de *Agave angustifolia* Haw. Las áreas de calor en rojo muestran la presencia de grupos indígenas.
Fuente: GBIF (2022); CONABIO (2025); QGIS Plugins Repository (2025).

4. Discusión

Este apartado expone el enfoque metodológico de la investigación, basado en un análisis cuantitativo y geoespacial de *Agave angustifolia* Haw, mediante el uso de datos abiertos (GBIF) y QGIS. La integración de técnicas digitales con la revisión de saberes locales permitió contextualizar la distribución de la especie y su relación con territorios indígenas, resaltando la interacción entre innovación tecnológica y patrimonio biocultural.

4.1. Patrones espaciales, diversidad biocultural y retos de sustentabilidad en el *Agave angustifolia* Haw de Sonora

La distribución de *Agave angustifolia* Haw. coincide con regiones asociadas históricamente a la producción de destilados como mezcal, bacanora y raicilla, lo que refuerza el vínculo entre ecología, cultura y economías campesinas (Bañuelos Flores & Salido Araiza, 2012; Stewart, 2015). La especie prospera en climas semiáridos y topografías complejas, reflejando su alta adaptabilidad y su papel central en sistemas de manejo tradicional e identidades rurales (Bañuelos & Salido, 2012). Desde una perspectiva agroecológica y biocultural, su amplia presencia territorial expresa tanto diversidad de usos —alimenticios, rituales y productivos— como su relevancia económica y cultural en zonas con denominaciones de origen (Salazar Solano, 2007; Hanselka, 2023). Sin embargo, la expansión de monocultivos plantea riesgos ambientales, como erosión, pérdida genética y presión sobre polinizadores, lo que hace urgente integrar prácticas agroecológicas y saberes locales en los sistemas de producción (Lowden, 2022; Robinson et al., 2022). En suma, el agave se configura como recurso productivo y símbolo de la convergencia entre patrimonio natural y cultural frente a los desafíos ambientales y sociales contemporáneos.

4.2. Enfoque territorial en Sonora y relevancia sociocultural

En Sonora, *Agave angustifolia* Haw. se consolida como especie emblemática por su relevancia ecológica, adaptabilidad a diversos ecosistemas y centralidad en la identidad cultural ligada a la producción de bacanora (Fragoso-Gadea et al., 2021; Hernández-Vera et al., 2007). La Denominación de Origen Bacanora, actualmente vigente en 35 municipios con propuesta de ampliarse a 37 más, refleja tanto la importancia de las prácticas tradicionales como el reconocimiento de comunidades rurales e indígenas en esta cadena productiva (IMPI, 2000; La Voz del Pitic, 2025; Milenio, 2025).

La coincidencia espacial entre territorios indígenas y presencia de agave abre oportunidades para integrar cosmovisiones y derechos colectivos en el marco de la denominación, fortaleciendo estrategias

de desarrollo sostenible. No obstante, persisten retos para pequeños productores que, sin apoyos técnicos, créditos y mecanismos de inclusión en cadenas de valor justas, corren el riesgo de ser marginados en mercados regulados y competitivos (Dennis, 2025).

4.3 Interfaz entre IA y saberes tradicionales

El auge de la inteligencia artificial (IA) plantea no solo retos técnicos, sino también éticos y socioculturales, especialmente en América Latina, donde su pertinencia depende de integrar activamente los saberes, lenguas y cosmovisiones de pueblos indígenas y comunidades locales (González Zepeda, 2023). La dependencia de grandes corpus de datos homogéneos ha invisibilizado conocimientos ancestrales y limitado la creación de soluciones sostenibles y culturalmente adecuadas, afectando ámbitos como el procesamiento de lenguas indígenas y la preservación de la diversidad epistémica. Frente a ello, una IA ética y situada debe reconocer la soberanía de los datos, fomentar metodologías colaborativas y garantizar procesos de consulta y consentimiento. Asimismo, requiere infraestructuras que acompañen gradualmente a las comunidades, respetando sus prioridades, protegiendo la memoria colectiva y evitando la reproducción de sesgos. De este modo, la IA puede convertirse en una herramienta para la autodeterminación, la revitalización lingüística y el bienestar comunitario.

4.4 Saberes locales y el agave *Bacanora*

El Agave *angustifolia* Haw., base del bacanora, constituye un eje biocultural en Sonora al articular saberes ecológicos, prácticas agrícolas, usos rituales y sentidos identitarios transmitidos por generaciones (Bañuelos & Salido, 2012; Lowden, 2022). La tradición artesanal de su producción —desde hornos de tierra hasta la destilación rústica— perdura a pesar de la prohibición del siglo XX, consolidando la figura de los maestros vinateros como guardianes de técnicas y memoria colectiva (Mezcalistas, 2025; Visit Tucson, 2025). Diversos pueblos indígenas han nombrado y resignificado al agave en sus lenguas y cosmovisiones,

integrándolo en celebraciones, ofrendas y usos múltiples más allá de la bebida (Salazar, 2007; Hanselka, 2023). La denominación de origen, que abarca 35 municipios, refleja la diversidad ecológica y cultural de la bebida, aunque enfrenta riesgos por sobreexplotación y cambios de uso del suelo (PLOS ONE, 2023; Robinson et al., 2022). En la literatura científica, el bacanora se ha convertido en referente de bioculturalidad y justicia epistémica, mostrando cómo la coproducción de saberes entre comunidades y ciencia fortalece la sostenibilidad y resiliencia socioecológica. Más que una bebida, es símbolo de resistencia, identidad y autonomía territorial, ejemplo global para la gestión ética de recursos bioculturales (UNESCO, 2023).

5. Conclusión

Este apartado responde a la pregunta de investigación mostrando cómo la inteligencia artificial y los saberes locales pueden integrarse en la gestión sostenible del bacanora y el *Agave angustifolia* Haw. Se presentan la respuesta central, los hallazgos principales, los alcances y limitaciones del estudio, y, finalmente, recomendaciones para futuras acciones de investigación y gestión territorial.

5.1. Respuesta a la pregunta de investigación

Este estudio responde a la pregunta central sobre cómo pueden integrarse las herramientas de inteligencia artificial (IA) y los saberes locales en la gestión sostenible del territorio, con enfoque en la producción de bacanora en Sonora y la conservación del agave como patrimonio biocultural. Mediante la articulación de análisis geoespacial basado en datos abiertos —específicamente a través de GBIF y QGIS— y la revisión sistemática de literatura sobre transmisión generacional del conocimiento, el trabajo demuestra que la convergencia entre ciencia, tecnología y prácticas tradicionales es no solo posible, sino deseable para enfrentar los retos de exclusión, fragmentación de datos y pérdida de patrimonio cultural. Esta investigación aporta un nuevo modelo de trabajo que reconoce la multidisciplinaria como vía para la innovación

sostenible, destacando el valor de integrar la automatización y Big Data con el conocimiento arraigado en las comunidades.

5.2. Principales hallazgos del ensayo

Los resultados evidencian, por un lado, que la centralización y depuración de registros sobre *Agave angustifolia* Haw. posibilita la generación de mapas de distribución detallados a escala nacional y local, fundamentales para la toma de decisiones informadas en conservación y manejo productivo. Por otro lado, la revisión de literatura regional valida la persistencia y relevancia de la transmisión oral y familiar en los procesos de producción artesanal de bacanora, recalcando cómo los conocimientos locales siguen siendo el eje vertebrador de la identidad y la resiliencia socioterritorial. En términos teóricos, se enriquece el estado del arte sobre tecnología aplicada a lo socioecológico (Scientia), identificando las limitaciones de la IA cuando no se articula con los contextos y actores locales. En la praxis, se fortalece el debate sobre buenas prácticas, esquemas de gobernanza adaptativa y mecanismos de protección del patrimonio biocultural, abriendo nuevas rutas para la gestión territorial colaborativa.

5.3. Alcances y limitaciones

El carácter descriptivo y analítico del estudio —centrado en la explotación de bases de datos abiertas y literatura secundaria— posibilita replicabilidad y transparencia, pero limita la profundidad experimental sobre los procesos sociales y productivos in situ. La falta de consultas directas a productores, muestreo etnográfico o técnicas de validación participativa, así como restricciones de tiempo y acceso a recursos, representan áreas de mejora para futuras investigaciones. Asimismo, la fragmentación y actualización desigual de los registros en plataformas globales como GBIF, y la brecha digital en comunidades rurales, pueden limitar tanto la exhaustividad de los hallazgos como su aplicabilidad inmediata.

5.4. Recomendaciones a futuro

Para futuras investigaciones, se recomienda complementar el análisis con trabajo de campo participativo, validando hallazgos desde la experiencia de los productores locales. Es esencial impulsar políticas públicas orientadas a la capacitación digital, el desarrollo de IA auditables y la protección de los saberes tradicionales mediante normativas justas. Promover la apertura de datos, fortalecer infraestructuras tecnológicas contextualizadas y crear alianzas multidisciplinares robustecerá la gestión socioecológica y asegurará sostenibilidad e innovación frente a los desafíos ambientales, económicos y políticos de la región.

6. Referencias

- Almihat, M. G. M. & Munda, J. L. (2025). Comprehensive Review on Challenges of Integration of Renewable Energy Systems into Microgrid. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 14(1), 199–236. <https://doi.org/10.51646/jsesd.v14i1.382>
- Bañuelos Flores, N. & Salido Araiza, P. L. (2012). El mezcal en Sonora, México, más que una bebida espirituosa. *Etnobotánica de Agave angustifolia Haw. Estudios Sociales*, (2), 173–197. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41724972008>
- Boukabara, S. (2024). Earth Science Strategy for a Rapidly Changing System: The Potential Role of an End-to-End Digital Twin. *IGARSS 2024 - 2024 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2307–2310.
- Bunting Labs. (2024). Introducing our QGIS AI Map Tracing Plugin. <https://buntinglabs.com/blog/introducing-ai-qgis-plugin-for-vectorization>
- Chiloane, C., Dube, T. & Shoko, C. (2022). Impacts of groundwater and climate variability on terrestrial groundwater dependent ecosystems. *GeoJournal*, 37(23), 6755–6779.
- Cicerone, G. (2023). Does local AI knowledge help regional green-tech specialisation? Examining the collaborative potential of knowledge spillovers. *Regional Studies*, 57(1), 47–63. <https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2092610>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2025). Portal de Información Geográfica. <https://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- Consejo Estatal de Población. (2024). Data demográfica: Población indígena Sonora 2024. <https://coespo.sonora.gob.mx/documentos/DD-Sonora/DD-02-2024-Poblacion-Indigena-Sonora-2024.pdf>
- Das, P., Mandal, S., Nedungadi, P. & Raman, R. (2025). Unveiling sustainable tourism themes with machine learning based topic modeling. *Sustainable Futures*, 6(280). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01065-4>
- Diario Longino. (2024, agosto 20). Democratizando El Conocimiento Sobre Inteligencia Artificial. <https://diariolongino.cl/biblioteca-ia-democratizando-el-conocimiento-sobre-inteligencia-artificial/>
- Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM. (2024). Hay que atreverse a utilizar la IA en modelos locales - Héctor Benítez Pérez. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2024_377.html
- Farmonaut. (2025). Agriculture And Artificial Intelligence: 2025 AI Farming Trends. <https://farmonaut.com/precision-farming/agriculture-and-artificial-intelligence-2025-ai-farming-trends>
- Fragoso Gadea, T. (2011). Variabilidad y distribución de poblaciones silvestres de *Agave angustifolia* Haw. en la Sierra Sonorense [Tesis de maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.I.]. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/>
- Fragoso-Gadea, T., Núñez Noriega, G. & Valenzuela Zapata, A. (2021). Poblaciones silvestres de *Agave angustifolia* (Asparagaceae) de Sonora, México: variación morfológica y contenido de azúcares. *Acta Botánica Mexicana*, 128, 1-16. <https://www.inecol.mx/abm/>
- GBIF. (2022). GBIF. <https://www.gbif.org/>
- Geodose. (2025). How to Automate GIS Tasks with QGIS and AI. <https://www.geodose.com/2025/04/how-to-automate-gis-tasks-qgis-ai.html>
- Geospatial School. (2024). DEEP LEARNING in QGIS: Image Segmentation (Aerial ...). <https://www.youtube.com/watch?v=UTiILsy0Mt8>
- González Zepeda, L. E. (2023). Inteligencia artificial centrada en los pueblos indígenas: perspectivas desde América Latina y el Caribe. UNESCO. <https://www.unesco.org/es/articulos/inteligencia-artificial-centrada-en-los-pueblos-indigenas-perspectivas-desde-america-latina-y-el>
- Hanselka, J. K. (2023). Indigenous Agave Use in the Ocampo Caves Vicinity, Tamaulipas, Mexico. *American Antiquity*, 88(3), 590–619. <https://doi.org/10.1017/aaq.2023.31>
- Haraguchi, M., Funahashi, T. & Biljecki, F. (2024). Assessing governance implications of city digital twin technology: A maturity model approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 204, 123409.
- Hidalgo-Sanchis, P., International Telecommunication Union [ITU], Rosenthal, S. & UN Global Pulse. (2021). Ventajas y desventajas del uso de la

- Inteligencia Artificial en el ciclo de políticas públicas: Pulse Lab Kam-pala. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662023000100154
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020: Sonora. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#Tabulados>
- La Voz del Pitic. (2025, julio 21). Sonora solicita al IMPI ampliar denominación de origen del Bacanora a 37 municipios. <https://lavozdelpitic.com.mx/2025/07/21/sonora-solicita-al-imp-i-ampliar-denominacion-de-origen-del-bacanora-a-37-municipios/>
- Louati, A., Louati, H., Kariri, E., *et al.* (2024). Sustainable Smart Cities through Multi-Agent Reinforcement Learning-Based Cooperative Autonomous Vehicles. *Sustainability*, 16(1779). <https://doi.org/10.3390/su16051779>
- Lowden, S. (2022). "Bacanora for Bats": a Multispecies Ethnography in the Sonora-Arizona Borderlands (Doctoral dissertation). University of Maine. <https://digitalcommons.library.umaine.edu/etd/3674/>
- Lu, Z., Liao, L., Li, C., Xie, X. & Yuan, H. (2025). A diffusion model and knowledge distillation framework for robust coral detection in complex underwater environments. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 159, 111414.
- MappingGIS. (2023). 5 usos de QChatGPT: La Inteligencia Artificial en QGIS. <https://mappinggis.com/2023/02/5-usos-de-qchatgpt-la-inteligencia-artificial-en-qgis/>
- Mapscaping. (2024). Machine Learning In QGIS For Satellite Image Classification. <https://mapscaping.com/machine-learning-in-qgis-for-satellite-image-classification/>
- Matindike, R. & Matutu, D. N. (2025). AI for community engagement and environmental awareness: Harnessing artificial intelligence to promote sustainable practices in the Global South. In *Artificial Intelligence, Environment, and Society* (pp. 383–413). <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0680-3.ch013>
- Mezcalistas. (2025). What is Bacanora? Bacanora 101. <https://www.mezcalistas.com/what-is-bacanora/>
- Milenio. (2025, julio 21). Sonora solicita al IMPI ampliar denominación de origen del Bacanora. <https://www.milenio.com/negocios/sonora-solicita-imp-i-ampliar-denominacion-origen-bacanora>
- Moreno, J. E. (2024). Entre algoritmos y saberes ancestrales: ampliando el concepto de inteligencia arquitectónica [Publicación en LinkedIn]. https://www.linkedin.com/posts/jos%C3%A9-el%C3%ADas-moreno-8930bb1b_entre-algoritmos-y-saberes-ancestrales-ampliando-activi-ty-7335615343693864960-oHKO

- Olivetti, E. A. *et al.* (2024). The Climate and Sustainability Implications of Generative AI. *MIT News*. <https://news.mit.edu/2025/explained-generative-ai-environmental-impact-0117>
- Pavel Raúl Dennis Quiñonez. (2025, julio 24). Pequeños productores de Sonora podrían verse afectados con ampliación de denominación del bacanora. *Tribuna*. <https://www.tribuna.com.mx/sonora/2025/7/24/pequenos-productores-de-sonora-podrian-verse-afectados-con-ampliacion-de-denominacion-del-bacanora-408374.html>
- PLOS ONE. (2023). Ecological-niche modeling reveals current opportunities for Agave dryland farming in Sonora, Mexico and Arizona, USA. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0279877>
- Prasad, L., Mishra, P., Hadalgekar, S. & Patil, K. (2025). AI-Enabled Smart Agriculture: A Sustainable Approach to Rural Development Using Structural Equation Modelling. *International Journal of Sustainable Development & Planning*, 20(3), 1155–1166. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.200321>
- QGIS Plugins Repository. (2025). Artificial Intelligence Forecasting Remote Sensing. https://plugins.qgis.org/plugins/artificial_intelligence_forecasting_remote_sensing/
- Radvilė, E. & Urbonas, R. (2025). Digital transformation in energy systems: a comprehensive review of AI, IoT, blockchain, and decentralised energy models. *Energies*, 71(1), 1–22. <https://doi.org/10.6001/energetika.2025.71.1.1>
- Robinson, C. J., Macdonald, J. M., Perry, J., Bangalang, N.-G., Nayinggul, A. *et al.* (2022). Coproduction mechanisms to weave Indigenous knowledge, artificial intelligence, and technical data to enable Indigenous-led adaptive decision making: lessons from Australia’s joint managed Kakadu National Park. *Ecology and Society*, 27(4), 36. <https://ecologyandsociety.org/vol27/iss4/art36/>
- Salazar Solano, V. (2007). La industria del bacanora: historia y tradición de resistencia en la sierra sonoreña. *Región y Sociedad*, 19(38), 105–133.
- Silano, J. A. *et al.* (2024). Towards abundant intelligences: Considerations for introducing AI into Indigenous healthcare. *BMC Medical Ethics*, 25(1), 123–134. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11348629/>
- Smale, E., Baid, H., Balan, M. *et al.* (2025). The green ICU: how to interpret green? A multiple perspective approach. *Critical Care*, 29(80). <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05316-8>
- Stewart, J. R. (2015). Agave as a model CAM crop system for a warming and drying world. *Frontiers in Plant Science*, 6, 684. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00684>
- Tubagus, S. & Mahyuni, L. P. (2024). Exploring the Implementation of Society 5.0: Utilizing Advanced Technology in Sustainable Smart Far-

- ming Governance. In *2024 International Conference on Smart Computing and Communication* (pp. 539–543). <https://doi.org/10.1109/ICSCC62041.2024.10690313>
- UNESCO. (2023). Indigenous People-Centered Artificial Intelligence: Perspectives from Latin America and the Caribbean. <https://www.unesco.org/en/articles/new-report-and-guidelines-indigenous-data-sovereignty-artificial-intelligence-developments>
- Visit Tucson. (2025). Bacanora—The Sonoran Desert Spirit. <https://www.visittucson.org/blog/post/bacanora-the-sonoran-desert-spirit/>
- Wanyama, J., Bwambale, E., Kiraga, S., Katimbo, A., Nakawuka, P., Kabenge, I. & Oluk, I. (2024). A systematic review of fourth industrial revolution technologies in smart irrigation: Constraints, opportunities, and future prospects for sub-Saharan Africa. *Agricultural Technologies*, 7, 100412. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100412>
- Zúñiga Rojas, R. (2025, enero 29). El futuro de la alimentación podría estar en la IA. *ITESO*. <https://entresaberes.iteso.mx/el-futuro-de-la-alimentacion-podria-estar-en-la-ia/>
- Davis, S. C. & Ortiz-Cano, H. G. (2023). Lessons from the history of Agave: ecological and cultural context for valuation of CAM plants. *Annals of Botany*, 132(4), 819–833. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad072>



This is an open access article distributed under the terms of the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Capítulo 11

Potencial de la inteligencia artificial en la divulgación de la educación financiera

Ariadna Hernández Rivera¹

Resumen

Se llevó a cabo un análisis de la Inteligencia Artificial (IA) en el campo de la Educación Financiera para el 2025, teniendo como pregunta de investigación: *¿Cómo puede la IA redefinir las metodologías de enseñanza en educación financiera para mejorar su alcance o efectividad, y cuáles son los principales desafíos éticos y estructurales de su implementación?* El contexto partió de la complejidad de los mercados financieros internacionales junto con la baja Educación Financiera, lo que ha generado necesidad de atender esta problemática con soluciones efectivas. El propósito del texto fue realizar un análisis crítico sobre el potencial de la IA para transformar metodologías de enseñanza-aprendizaje. Para ello, se empleó una metodología de investigación descriptiva y documental, donde se examinaron metodologías basadas en IA. Los hallazgos principales que se identificaron fueron que la IA posee

1. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP; ariadnahernandezr@correo.buap.mx

una contribución teórica (*Scientia*), al permitir una hiperpersonalización del aprendizaje, y una contribución práctica (*Praxis*), al democratizar el acceso al conocimiento financiero. La originalidad del capítulo muestra un punto de vista integrador que contrasta los beneficios transformadores con los riesgos inherentes. Se concluyó que la IA es una herramienta potente, pero sus limitaciones, como el riesgo de sesgo algorítmico y la brecha digital, representan importantes áreas de oportunidad.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Educación Financiera, Finanzas.

1. Introducción

En el siglo XXI, la educación financiera es un pilar esencial del bienestar individual y de la cohesión social. Sin embargo, a pesar de esta necesidad urgente, los datos internacionales muestran una realidad preocupante (Loza-Vega, 2025). Por ejemplo, un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2023) reportó que apenas el 34 % de los adultos en el mundo alcanzan un nivel mínimo de educación financiera. Esta falta de preparación no solo frena las posibilidades de desarrollo personal, sino que deja a millones de personas vulnerables expuestas a riesgos como el sobreendeudamiento y las estafas financieras.

Por ello, este documento muestra la importancia de encontrar soluciones efectivas y escalables para cerrar brechas en los conocimientos financieros. Los enfoques educativos tradicionales, como talleres presenciales y cursos estandarizados, si bien fueron valiosos en el pasado, mostraron importantes límites en su capacidad para adaptarse a perfiles diversos.

El objeto de estudio es la Inteligencia Artificial (IA), entendida como la capacidad de las máquinas para imitar funciones cognitivas humanas (Stryker, 2024), la cual ya está redefiniendo los sectores de la educación y las finanzas. En consecuencia, la convergencia de la educación digital (EdTech) y la tecnología financiera (FinTech) ha abierto una oportunidad única para llenar las lagunas que dejaron los métodos tradicionales.

El objetivo es analizar cómo la IA puede enfrentar de manera innovadora el persistente desafío de la falta de educación financiera.

Por ello, se anticipa que la IA ofrece rutas de aprendizaje personalizadas y fomenta un mayor compromiso del usuario, generando así una expectativa de mejora sustancial sobre los modelos actuales.

También, esta investigación es valiosa y original porque articula el potencial transformador de la IA con un análisis crítico de sus riesgos, proponiendo un enfoque equilibrado para su implementación. Para efectos de este estudio, se presentan las siguientes preguntas de investigación que pretende resolverse en el texto:

¿Cómo puede la IA redefinir las metodologías de enseñanza en educación financiera para mejorar su alcance y efectividad? ¿Cuáles son los principales desafíos éticos y estructurales de la implementación de la IA?

2. Desarrollo

A continuación se presentarán contexto y problematización, antecedentes, teoría, metodología y resultados obtenidos.

2.1. El contexto de la Educación Financiera

El estudio se situó en un contexto global donde la creciente complejidad de los productos financieros y la volatilidad de los mercados exigen un nivel de competencia financiera cada vez más sofisticado. A pesar de esta demanda, se identificó una problemática central: una brecha significativa en la educación financiera a nivel mundial.

De esta forma, los enfoques educativos tradicionales, si bien sentaron las bases en el pasado, resultaron insuficientes para abordar esta problemática a gran escala debido a su rigidez, alto costo y falta de personalización. Este escenario de necesidad insatisfecha llevó a formular la siguiente interrogante crítica que confronta los enfoques tradicionales y abre paso a la innovación:

¿La Inteligencia Artificial mejora las capacidades de comprensión de la Educación Financiera en contraste con metodologías tradicionales?

2.2. Antecedentes

Para este texto, el sujeto de estudio fue la educación financiera y sus metodologías de enseñanza, en las cuales tradicionalmente su desarrollo se basó en enfoques como talleres presenciales, cursos integrados en el currículo académico y la distribución de materiales impresos. Estos métodos, aunque valiosos, se caracterizaron por un modelo de “talla única” que demostró ser poco eficaz para atender la diversidad de perfiles, niveles de conocimiento y contextos socioculturales de los aprendices.

2.2.1. A NIVEL MUNDIAL

Organismos como la OCDE (2023) monitorearon la educación financiera, reportando niveles preocupantemente bajos de manera consistente. Este informe destacó que el conocimiento sobre conceptos clave como la inflación y el interés compuesto es mínimo en la mayoría de los países encuestados.

2.2.2. A NIVEL INTERNACIONAL

Reportes de instituciones como el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2023) señalaron la brecha en educación financiera como un obstáculo para la inclusión y la estabilidad económica.

2.2.3. EN MÉXICO

La educación financiera también ha sido un área de enfoque. Estudios como el de Chávez y Hernández-Rivera (2023) han analizado cómo esta competencia influye en la gestión del crédito en los hogares, demostrando su importancia para el bienestar financiero en el contexto nacional.

2.3. Descripción del estado del arte

El objeto de estudio fue la Inteligencia Artificial (IA) y su aplicación emergente en la educación financiera. Para ello, la IA ha definido como la capacidad de las máquinas para imitar funciones cognitivas humanas como el aprendizaje y el razonamiento para optimizar procesos complejos. De esta forma, su pertinencia en este campo ha provenido de la convergencia de dos revoluciones tecnológicas: la educación digital (EdTech) y la tecnología financiera (FinTech), que dieron origen a un nuevo subsector denominado EdFinTech.

Esta sinergia ha impulsado una ola de investigaciones centradas en el papel que puede desempeñar la IA en el aprendizaje. Según Holmes *et al.* (2019), en los últimos años ha crecido de forma exponencial el desarrollo de herramientas de IA orientadas a mejorar la enseñanza y el aprendizaje; esto derivado de que la IA ofrece ventajas claras: rutas de aprendizaje personalizadas, retroalimentación inmediata, así como la automatización de tareas administrativas.

Estudios recientes, como el de Villaseñor y Lara (2025), respaldaron esta tendencia; sus hallazgos sugirieron que la IA puede tener un impacto positivo directo en el aprendizaje, lo que facilitó la comprensión de conceptos difíciles, traducándose en la ayuda para tomar decisiones financieras más informadas en este contexto.

No obstante, la literatura especializada insistió en que, junto con las oportunidades, también vienen desafíos importantes. Autores como Zawacki-Richter *et al.* (2019) levantaron la voz para invitar a un análisis más crítico. Entre los riesgos más citados se encuentran la persistente brecha digital, preocupaciones legítimas sobre privacidad de los datos de estudiantes y la necesidad urgente de adaptar los planes de estudio para formar adecuadamente a los docentes.

De esta forma, el presente texto reunió las diversas visiones de los autores para relacionarlos con las nuevas tendencias en aprendizaje, en el margen de las herramientas de Inteligencia Artificial modernas aplicadas en la educación financiera, logrando así un aporte original al contrastar los riesgos y beneficios que plantean.

Subtema 1. Plataformas y Metodologías Basadas en IA

Los asesores virtuales y chatbots han sido una de las aplicaciones más visibles de la IA en la educación financiera. Ejemplificando, estos sistemas de IA conversacional fueron diseñados para simular una interacción humana, proporcionando respuestas instantáneas y personalizadas a las consultas de los usuarios a través de canales de texto o voz. Su función educativa ha sido multifacética: pueden desglosar conceptos financieros complejos (p. ej., “¿qué es el interés compuesto?”) en explicaciones sencillas y digeribles, así como ofrecer consejos proactivos basados en el análisis de la actividad de la cuenta del usuario.

La eficacia de estos chatbots ha radicado en su capacidad para reducir la fricción psicológica asociada con la búsqueda de ayuda financiera. De esta forma, proporcionan un espacio anónimo, libre de juicios, donde los usuarios pueden hacer preguntas que podrían considerar “básicas” o penosas, fomentando así una mayor curiosidad y aprendizaje.

Instituciones como Bank of America con su asistente “Erica” y Bradesco con “BIA” han demostrado cómo estos agentes pueden gestionar un volumen masivo de interacciones, desde consultas de saldo hasta recomendaciones de ahorro, mejorando la experiencia del cliente y la eficiencia operativa (Bank of America, 2025; ADEN, 2025). Por otro lado, las Plataformas de Aprendizaje Adaptativo y Gamificación también han sido dos potentes conceptos, donde en el primero la IA ajusta la dificultad, así como el contenido del material educativo en tiempo real según el rendimiento del usuario, y el segundo utiliza elementos de diseño de juegos para aumentar la motivación y el compromiso.

La gamificación ha enriquecido esta experiencia al transformar el aprendizaje en un viaje atractivo; aplicaciones como “Fortune City” animan a los usuarios a desarrollar hábitos financieros saludables, como el ahorro regular o el pago puntual de facturas, recompensándolos con puntos, insignias virtuales o la progresión en un juego. De esta forma se aprovechan principios psicológicos de motivación y recompensa para hacer que la gestión financiera sea menos una tarea y más un desafío entretenido (Sparkful, 2025).

Otra herramienta de gran interés, más allá de la entrega de contenido didáctico, la IA también permitió un enfoque proactivo de la edu-

cación financiera a través del análisis predictivo (Mejía-Trejo, 2025). Esto debido a que los modelos de *machine learning* pueden analizar datos históricos y en tiempo real de un usuario (patrones de gasto, historial de crédito, interacciones con la plataforma) para identificar tendencias y predecir comportamientos financieros futuros.

Por ejemplo, un sistema de IA podría predecir que un usuario corre el riesgo de sobregirar su cuenta bancaria basándose en sus gastos recientes y sus próximos pagos programados. Además, en lugar de simplemente notificar el sobregiro después de que ocurra, la plataforma puede enviar una alerta preventiva junto con contenido educativo sobre cómo crear un presupuesto de emergencia o consolidar deudas.

Además, un estudio de Borreguero et al. en 2024 utilizó un modelo de *Random Forest* para predecir el nivel de cultura financiera de los individuos a partir de características personales, logrando una precisión del 66% cuando se utilizaron 11 variables predictoras, demostrando la viabilidad de estos modelos para identificar brechas de conocimiento.

Subtema 2. Casos de Estudio y Aplicaciones Prácticas

Las instituciones financieras más grandes, que manejan volúmenes masivos de datos y recursos significativos para la inversión en tecnología, han sido pioneras en la integración de la IA en sus operaciones, con efectos directos e indirectos en la educación y experiencia del cliente. El gigante bancario estadounidense JPMorgan Chase utiliza su herramienta COiN (Contract Intelligence), basada en procesamiento de lenguaje natural, para analizar documentos legales complejos, como acuerdos de préstamos comerciales (ADEN, 2025).

Esta tecnología ha sido capaz de realizar en segundos una tarea que antes requería aproximadamente 360,000 horas de trabajo de abogados al año. Si bien su función principal es la eficiencia operativa, el subproducto educativo es notable: al estandarizar y extraer cláusulas clave, la plataforma facilita una comprensión más clara y rápida de los términos financieros para los empleados del banco y potencialmente para los clientes (Instituto Europeo de Posgrado, 2025).

Por otro lado, la mayor gestora de activos de Europa, Amundi SA, está desarrollando su propia infraestructura de IA; la plataforma

interroga a los clientes sobre sus preferencias de riesgo u objetivos; de esta forma las respuestas proporcionan a Amundi una visión agregada, en tiempo real de cómo cambian las actitudes de los inversores (ADEN, 2025). Este bucle de retroalimentación permite una educación financiera dinámica, donde la plataforma puede ajustar las estrategias, explicando los cambios en función de la evolución del sentimiento del mercado y del perfil del propio cliente (FMI, 2023).

En Estados Unidos, la compañía de soluciones financieras Mastercard ha utilizado un sistema basado en IA llamado *Decision Intelligence* para analizar transacciones en tiempo real y prevenir el fraude. Al evaluar la autenticidad de cada transacción y proporcionar una puntuación de fraude precisa, el sistema no solo protege al consumidor, sino que también lo educa implícitamente sobre la seguridad de las transacciones (Mastercard, 2025).

De igual forma, las empresas FinTech, nativas digitales y a menudo más ágiles, han construido sus modelos de negocio en torno a la IA, ofreciendo servicios que desafían el *statu quo*, colocando la educación financiera en el centro de la experiencia del usuario.

Cleo AI es un claro ejemplo de la gamificación y la IA conversacional centrada en las finanzas personales. Esta aplicación ha utilizado un chatbot con una personalidad “relajada” para interactuar con los usuarios, analizar sus hábitos de consumo y proponer estrategias o desafíos para reducir gastos para aumentar el ahorro (Cleo AI, 2025). De esta forma, su enfoque está diseñado para atraer a un público más joven que puede sentirse intimidado por la banca tradicional (McMillin, 2024).

Sin embargo, el caso de Cleo también ilustró los riesgos, ya que una demanda de la Comisión Federal de Comercio (FTC) de Estados Unidos acusó a la empresa de prácticas engañosas en relación con las dificultades para cancelar suscripciones. Este ejemplo subraya que una interfaz de usuario atractiva junto con una IA innovadora deben ir acompañadas de prácticas comerciales transparentes y éticas para ser verdaderamente beneficiosas (FTC, 2025).

En otra instancia, una tendencia emergente en el espacio EdFin-Tech es la creación de plataformas que buscan replicar explícitamente el exitoso modelo de Duolingo para el aprendizaje de idiomas, aplicándolo a la educación financiera. Este modelo se basa en lecciones breves y gamificadas (*bite-sized lessons*), un seguimiento visual del progreso, rachas de uso, así como recompensas para mantener la motivación.

Ejemplo de esto es Money Masters, que se ha posicionado como “el Duolingo de las finanzas” y ha logrado una tracción significativa con más de 50,000 usuarios. Su enfoque combina una “Academia” con lecciones animadas paso a paso junto con una simulación del mercado de valores donde los usuarios pueden poner a prueba sus conocimientos y ganar recompensas reales (Money Masters, 2025).

3. Metodología

Se eligió una metodología descriptiva, basada en una investigación documental y bibliográfica. Este enfoque se justificó por la necesidad de realizar un análisis crítico e integrador del fenómeno, examinando las causas del problema (baja educación financiera), la solución propuesta (IA) y sus efectos potenciales (beneficios y riesgos).

Esta metodología es la más pertinente por el creciente interés en la Inteligencia Artificial, que ha traído consigo una gran variedad de estudios sobre cómo transformaron el modo de vida, pensamiento e incluso toma de decisiones de la población. De este modo, la bibliografía ofrece diversas perspectivas de un mismo fenómeno que se contrastaron para este texto.

Para ello, se revisaron fuentes autorizadas, como reportes de la OCDE y el FMI, artículos académicos y estudios de caso de implementaciones tecnológicas para reforzar la pertinencia del análisis. Además, se aplicaron las siguientes técnicas para articular los argumentos:

- *Análisis bibliométrico y de literatura:* Se realizó una revisión sistemática de la literatura para identificar los conceptos clave, los autores más relevantes (p. ej., Holmes *et al.*, 2019; Villaseñor y Lara, 2025; Zawacki-Richter *et al.*, 2019), las tendencias y los vacíos en la investigación que vincula IA y educación financiera con el objetivo de reunir sus perspectivas.
- *Tablas comparativas:* Se diseñaron tablas para organizar y contrastar información de manera estructurada. Estas herramientas permitieron aplicar técnicas de argumentación visual y contrastiva, facilitando la comprensión de las diferencias entre los modelos educativos y la sistematización de los riesgos, permitiendo así una mejor contrastabilidad.

- **Resultados preliminares:** Como insumos para la discusión, se integraron las siguientes tablas que sintetizan los hallazgos del análisis documental. La Tabla 1 contrasta las metodologías tradicionales con las basadas en IA, mientras que la Tabla 2 organiza los desafíos éticos identificados y propone estrategias de mitigación, con el objetivo de identificar los de mayor peso.

Tabla 1. Comparativa de Metodologías de Educación Financiera (Tradicional vs. Basada en IA)

Parámetro	Método Tradicional (ej.: Clases presenciales, Libros, etc.)	Método Basado en IA (ej.: Plataformas adaptativas, Chatbots, etc.)
Personalización	Baja. Contenido estandarizado para un grupo.	Alta. El contenido y el ritmo se adaptan dinámicamente al perfil y progreso del usuario individual.
Accesibilidad	Limitada por horarios y ubicación geográfica.	Alta. Disponible 24/7 desde cualquier lugar con conexión a internet.
Escalabilidad	Baja. Requiere un instructor por cada grupo de estudiantes.	Muy Alta. Una plataforma puede atender a millones de usuarios simultáneamente.
Compromiso (Engagement)	Variable. Depende en gran medida del instructor y del formato pasivo.	Alto. Fomentado a través de la interactividad, gamificación y retroalimentación instantánea.
Costo por Usuario	Alto. Incluye costos de personal, infraestructura y materiales.	Bajo (a escala). El costo marginal por usuario adicional es mínimo tras el desarrollo inicial.
Retroalimentación	Retrasada. Generalmente proporcionada en evaluaciones periódicas.	Inmediata. El sistema ofrece correcciones y guía en tiempo real, reforzando el aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Desafíos Éticos y Estrategias de Mitigación Propuestas

Desafío	Descripción del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Sesgo Algorítmico	Perpetuación de la discriminación sistémica (p. ej., por género, raza o ubicación) en la evaluación crediticia, el asesoramiento de inversiones y la oferta de productos, amplificando las desigualdades existentes.	- Auditorías de sesgo regulares y rigurosas. - Uso de conjuntos de datos de entrenamiento diversos, representativos y depurados. - Implementación de modelos de IA Explicable (XAI) para la transparencia. - Fomento de equipos de desarrollo diversos.
Privacidad y Seguridad de Datos	Brechas de seguridad que exponen datos financieros y personales altamente sensibles, llevando al robo de identidad, fraude y pérdida de confianza del usuario.	- Adopción del principio de "Privacidad por Diseño". - Cifrado de datos en tránsito y en reposo. - Obtención de certificaciones de seguridad (p. ej., ISO 27001). - Implementación de autenticación multifactor y control granular del usuario sobre sus datos.
Brecha Digital	Exclusión de poblaciones vulnerables (ancianos, rurales, bajos ingresos) que carecen de acceso a dispositivos, internet de calidad o habilidades digitales, exacerbando la desigualdad financiera.	- Políticas públicas para expandir la infraestructura digital y reducir costos. - Programas de educación digital a nivel nacional y comunitario. - Diseño de soluciones inclusivas (p. ej., interfaces simplificadas, compatibilidad con baja tecnología).

Desafío	Descripción del Riesgo	Estrategias de Mitigación
Dependencia Excesiva y Desempoderamiento	Los usuarios pueden delegar por completo la toma de decisiones financieras a los algoritmos, perdiendo habilidades críticas de pensamiento y control sobre sus propias finanzas.	- Diseñar la IA como una herramienta de apoyo que aumente, no reemplace, el juicio humano. - Fomentar un “círculo virtuoso” donde la IA proporciona herramientas y educación, pero el usuario retiene la comprensión y la autoridad final. - Integrar puntos de control humano en decisiones críticas.

Fuente: Elaboración propia.

En suma, la revisión documental y el análisis bibliométrico (*enero 2020–agosto 2025*), complementados con tablas comparativas y sistematizaciones temáticas, *permitieron* identificar vacíos, tendencias y riesgos en la intersección IA–educación financiera. *Estos insumos* quedaron integrados como *resultados preliminares* (Tablas 1–2) y *fundamentaron* la discusión crítica subsiguiente sobre contribuciones *Scientia/Praxis* y lineamientos de implementación responsable.

4. Discusión

El potencial de la IA tiene diversas aristas que pueden observarse en un análisis FODA: fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Tabla 3. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la IA en la Educación Financiera

Fortalezas	Democratización del conocimiento.
Oportunidades	Disponibilidad 24/7 de herramientas.
Debilidades	Sesgo algorítmico.
Amenazas	Privacidad y seguridad. Incremento en la brecha digital.

Fuente: Elaboración propia.

4.1 Fortalezas y oportunidades

La principal fortaleza de la IA ha sido su capacidad para superar las limitaciones estructurales de la educación tradicional. Uno de sus aportes más significativos es la democratización del acceso al conocimiento. Por otra parte, herramientas como aplicaciones móviles y plataformas en línea han estado disponibles 24/7, lo que rompe las barreras geográficas y temporales que limitaban el aprendizaje (Borbón-Morales et al., 2025). Esto también genera oportunidades que se presentan en la IA como clave no solo para la educación, sino también para fomentar la inclusión financiera, permitiendo que comunidades históricamente excluidas accedan a orientación.

Otra fortaleza fundamental ha sido la personalización sin precedentes, ya que, a diferencia del modelo rígido tradicional, la IA puede analizar los hábitos de gasto, el nivel de conocimiento y las metas de cada individuo para adaptar la experiencia de aprendizaje a su medida. Además, la IA ha ofrecido soluciones para el aumento del compromiso del usuario (*engagement*), un desafío constante en un campo percibido como abstracto o intimidante.

Los asistentes virtuales y la gamificación convirtieron el aprendizaje en una conversación o en un juego, respectivamente, haciéndolo más participativo y efectivo al reducir el miedo a preguntar o equivocarse. Estas fortalezas indican que los procesos actuales pueden ser radicalmente mejorados y adaptados para funcionar de manera más eficiente en la nueva normalidad digital.

4.2 Debilidades y amenazas

A pesar de su potencial, la implementación de la IA no ha estado exenta de debilidades y amenazas significativas. El sesgo algorítmico ha sido uno de los riesgos más graves; esto quiere decir que si los datos históricos con los que se entrenan los modelos reflejan prejuicios sociales, la IA no solo los aprenderá, sino que los amplificará, perpetuando la discriminación en áreas como la concesión de créditos. De esta forma, la capacidad de personalización y el riesgo de sesgo son dos caras de la misma moneda.

Dentro de las amenazas, se encuentran: la privacidad y seguridad de los datos; es otra amenaza crítica, ya que las plataformas de IA requieren acceso a datos financieros altamente sensibles, lo que crea un riesgo de brechas de seguridad que podrían conducir al robo de identidad y fraude a gran escala. Asimismo, existe la amenaza paradójica de que la IA exacerbe la desigualdad al profundizar la brecha digital.

Además, las poblaciones vulnerables que carecen de acceso a tecnología de calidad o de las habilidades digitales necesarias pueden quedar aún más rezagadas en un mundo financiero cada vez más digitalizado. De esta forma, estos riesgos demuestran que las actuales propuestas de implementación de IA no funcionarán adecuadamente si no se diseñan con salvaguardas éticas y políticas de inclusión.

4.3 Respuesta a la pregunta de investigación y modelo base

La discusión de estos temas ha permitido responder la pregunta de investigación: la IA puede redefinir las metodologías de educación financiera a través de la personalización, accesibilidad y gamificación, pero su efectividad está condicionada por la gestión de serios desafíos éticos y estructurales.

Para esto, se planteó un modelo base para la discusión: un enfoque de “humano en el bucle” (*human-in-the-loop*). Este modelo conceptualiza la IA no como un sustituto del juicio humano, sino como una herramienta de apoyo que lo aumenta; que requiere gobernanza ética, transparencia algorítmica, así como la integración de puntos de control humano en decisiones críticas para ser viable.

Modelo 1. Human in the loop (HITL) en educación financiera asistida por IA



Fuente: Elaboración propia.

El modelo 1. Human in the loop (HITL) puede ser una propuesta funcional, a través del control humano como un intermediario que apoya a dar retroalimentación a la IA, pero también es capaz de verificar que la información que se otorga sea la correcta. De esta forma, la Educación Financiera asistida por la IA se convierte en una herramienta valiosa para el aprendizaje humano.

4.4 Aportaciones finales

Aportación Teórica (Scientia): Esta investigación ha contribuido al estado del conocimiento al proponer un marco conceptual que integra los principios de EdTech y FinTech para la educación financiera. Se resalta cómo la mezcla de estas disciplinas, a través de la IA, puede crear un nuevo paradigma educativo, pero se enfatiza de forma original e inédita que su potencial teórico solo se realiza si se acompaña de un modelo de IA explicable (XAI) y auditorías de sesgo rigurosas.

Aportación Práctica (Praxis): La contribución práctica del texto ha sido ofrecer una guía para que desarrolladores, instituciones financieras y reguladores diseñen e implementen herramientas de IA que sean efectivas y éticas. Se mejora el estado de la cuestión al no solo destacar las herramientas (chatbots, plataformas adaptativas), sino también al proponer estrategias de mitigación concretas para los riesgos de privacidad, sesgo y exclusión, como se detalla en la Tabla 2.

5. Conclusión

5.1 Respuesta a la pregunta de investigación

En este texto se analizó la pregunta de investigación, demostrando que la Inteligencia Artificial posee un potencial transformador para redefinir las metodologías de enseñanza de la educación financiera. Además, se analizó el planteamiento del problema sobre las limitaciones de los métodos tradicionales al establecer que la IA permite una personalización, escalabilidad y accesibilidad sin precedentes.

De esta forma, el nuevo conocimiento que debe establecerse es que la implementación de la IA no es una panacea tecnológica, sino un desafío sociotécnico. Por ello, esta investigación se ha basado en una perspectiva que equilibra la innovación con la responsabilidad, argumentando que, para lograr un desarrollo sostenible en esta área, la tecnología debe estar anclada en principios éticos y de equidad.

5.2. Hallazgos

Los principales hallazgos, basados en la evidencia y la discusión previa, se resumen en una dualidad: por un lado, la IA ofrece beneficios revolucionarios; por otro, presenta riesgos profundos.

- **Scientia:** Se confirmó que la IA puede crear rutas de aprendizaje hiperpersonalizadas y dinámicas, superando el modelo estático de la educación tradicional.
- **Praxis:** Se identificó la capacidad de la IA para democratizar el acceso al conocimiento y a servicios financieros, promoviendo una mayor inclusión si se implementa correctamente. Sin embargo, se encontró que estos mismos mecanismos pueden amplificar sesgos sociales, amenazar la privacidad de los datos y exacerbar la brecha digital.

5.3. Alcance

El alcance de este estudio es principalmente teórico y analítico, basado en la revisión de literatura secundaria, informes institucionales y estudios de caso existentes. Por ello, existe una limitación inherente derivada de la falta de datos empíricos primarios de un experimento o una implementación controlada similar.

Asimismo, la gran velocidad con la que evoluciona la IA permite que el panorama tecnológico cambie incluso en el corto plazo, lo que constituye una limitación de tiempo y recursos técnicos para un análisis exhaustivo de todas las herramientas emergentes. Sin embargo, estas limitaciones abren la puerta para el establecimiento de futuros estudios basados en los resultados actuales.

5.4. Recomendaciones

Por último, se recomienda que futuras investigaciones se centren en:

1. Realizar estudios para medir el impacto a largo plazo del uso de herramientas de IA en el comportamiento financiero real de los individuos.
2. Desarrollar y estandarizar marcos de auditoría para evaluar y certificar la equidad, transparencia o seguridad de los algoritmos de IA utilizados en el sector financiero.
3. Investigar y diseñar soluciones de educación financiera inclusivas y de “baja tecnología” (*low-tech*) que puedan funcionar con conexiones a internet limitadas o en dispositivos menos avanzados para cerrar activamente la brecha digital.

6. Referencias

- ADEN (2025) IA en banca y seguros: soluciones y casos de éxito. ADEN. <https://www.aden.org/business-magazine/ia-en-banca-y-seguros-soluciones-y-casos-de-exito/>
- Bank of America (2025) Erica®, the guide by your side, is here for you. Bank of America. <https://info.bankofamerica.com/en/digital-banking/erica>
- Borbón-Morales, C. G., García-Cañedo, A. I., Orozco-Atondo, C. Z. (2025) Financial analysis and accounting principles: tools for strategic decision-making and policy development for mexican msme. AMIDI. <https://doi.org/10.55965/abib.9786072687516>
- Borreguero Arias, D., Gómez Martínez, R., Alard Josemaría, J. y Prado Román, C. (2024). *Artificial Intelligence (AI) as a tool for predicting the financial culture of a country*. *Journal of Management and Business Education*, 7(3), 477–491. <https://doi.org/10.35564/jmbe.2024.0027>
- Chávez, L. A. y Hernández-Rivera, A. (2023) Educación financiera y la gestión del crédito en los hogares mexicanos. *Estudios Económicos*. XL (81), pp. 191-222. <https://doi.org/10.52292/j.estudecon.2023.3411>
- Cleo AI (2025) Introducing Cleo. Consultado el 10 de agosto de 2025 en <https://web.meetcleo.com/>
- Federal Trade Commission [FTC] (2025) Cash Advance Company Cleo AI Agrees to Pay \$17 Million As Result of FTC Lawsuit Charging It Deceives Consumers. *Press Releases*. <https://www.ftc.gov/news-events/news/press->

- releases/2025/03/cash-advance-company-cleo-ai-agrees-pay-17-million-result-ftc-lawsuit-charging-it-deceives-consumers
- Fondo Monetario Internacional [FMI] (2023) Las repercusiones de la inteligencia artificial en las finanzas. F&D. <https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/2023/12/AI-reverberations-across-finance-Kearns>
- Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.
- Instituto Europeo de Posgrado (2025) Usos de la IA en la industria financiera. IEP. <https://iep.edu.es/ia-en-la-industria-financiera/>
- Loza-Vega, I. (2025) Financial Markets: From Tradition to Sustainability. AMIDI. <https://doi.org/10.55965/abib.9786072687523>
- Mastercard (2025) Decision Intelligence. Mastercard Digital Security . <https://www.mastercard.com.mx/es-mx/empresas/empresas-pequenas-medianas/digital-security/decision-intelligence.html>
- McMillin, D. (2024) Cleo Budgeting App Review: Can AI Make Money Management Fun? CNET. <https://www.cnet.com/personal-finance/banking/cleo-budgeting-app-review-can-ai-make-money-management-fun/>
- Mejía-Trejo, J. (2025) Artificial Intelligence and Its Impact on Higher Education. AMIDI. <https://doi.org/10.55965/abib.9786076984543>
- Money Masters (2025) Empower through gamified education. Consultado el 10 de agosto de 2025 de <https://moneymasters.app/es>
- OCDE (2023) International Survey of Adult Financial Literacy. https://www.oecd-ilibrary.org/finance-and-investment/oecd-inf-2023-international-survey-of-adult-financial-literacy_56003a32-en
- Sparkful (2025) Track Your Spending, Grow a City. Consultado el 10 de agosto de 2025 en <https://sparkful.app/fortune-city>
- Stryker, C. (2024) ¿Qué es la inteligencia artificial o IA? IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/artificial-intelligence>
- Villaseñor, A. Y. y Lara, L. (2025) *Evolución histórica de la Inteligencia Artificial y su potencial en la educación financiera universitaria*. Revista Horizontes. 22, pp. 58-82. <https://doi.org/10.25009/hccs.v0i22.87>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., y Gouverneur, F. (2019). *Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?* International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Inteligencia artificial crítica en la ciencia contemporánea

© 2025, Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI).

Distribución digital:

Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI).
Responsable del registro DOI, la gestión de metadatos y la publicación en **AMIDI.Biblioteca**.



Maquetación y diseño:

Talleres gráficos de **Ediciones de la Noche**
Madero #687, Zona Centro Guadalajara, Jalisco, México.



Hecho y editado en México / Made and edited in Mexico
Se terminó de editar en Noviembre de 2025.

Edición digital con posibilidad de impresión bajo demanda.

Las copias impresas se generan individualmente a solicitud del lector;
por lo tanto, **no existe un tiraje fijo.**

Inteligencia artificial. *Crítica en la ciencia contemporánea*, coordinado por Carlos Omar Aguilar-Navarro, Carlos Gabriel Borbón-Morales y Juan Mejía-Trejo, reúne once capítulos que examinan, desde perspectivas interdisciplinarias, las dimensiones éticas, epistémicas, tecnológicas y sociales de la inteligencia artificial en el contexto científico contemporáneo. Esta obra colectiva destaca por la participación de autores provenientes de diversas Instituciones de Educación Superior (IES) y Centros Públicos de Investigación (CPIs) de México, lo que garantiza una visión amplia, plural y profundamente anclada en la realidad nacional.

El Capítulo 1 propone un modelo de gobernanza institucional para regular el uso de IA en procesos de patentamiento, articulando marcos normativos internacionales y nacionales. El Capítulo 2 presenta el protocolo *cori-f* como una metodología ética y sistemática para investigación cualitativa asistida por IA. El Capítulo 3 analiza la relación entre innovación abierta e inteligencia artificial mediante una revisión crítica de literatura especializada.

El Capítulo 4 realiza un análisis geoespacial que revela desigualdades de acceso a conectividad e IA en regiones cafetaleras de Chiapas, mientras que el Capítulo 5 estudia cómo la IA transforma la responsabilidad social empresarial y la innovación sostenible. En el Capítulo 6, se propone el modelo EOE-SustainEdu para evaluar la IA en educación desde perspectivas epistemológicas y ontológicas.

El Capítulo 7 profundiza en el papel de la IA en la gestión sustentable del sector agroalimentario, y el Capítulo 8 examina retos y oportunidades para la formación de emprendedores en la era de ChatGPT. El Capítulo 9 ofrece un panorama sobre el futuro ético y responsable de la IA en México.

El Capítulo 10 integra saberes locales y tecnologías de IA para la gestión socioecológica sostenible, y el Capítulo 11 analiza el potencial de la IA para democratizar la educación financiera.

Esta obra constituye una referencia rigurosa y crítica para investigadores, académicos, profesionales y responsables de políticas públicas interesados en comprender y transformar el papel de la inteligencia artificial en el desarrollo científico y social del país.

Los coordinadores y autores expresan su sincero agradecimiento a la SICyT del Estado de Jalisco, al CIATEJ y al CIAD ambos de la SECIHTI, por el valioso apoyo académico y económico que hizo posible esta publicación.



COECYTJAL
Consejo Estatal de Ciencia
y Tecnología de Jalisco



CIATEJ



CIAD



ISBN 978-607-8734-98-6



9 786078 734986

ISBN 978-607-7900-70-2



9 786077 900702

ISBN 978-607-69341-2-8



9 786076 934128



CONSEJO EDITORIAL

Guadalajara, Jalisco, 27 de noviembre de 2025

Asunto: Carta de aceptación

El Consejo Editorial del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño A. C. (CIATEJ) hace constar que el libro:

Inteligencia artificial crítica en la ciencia contemporánea

En la que participaron **Carlos Omar Aguilar-Navarro, Juan Mejía-Trejo y Carlos Gabriel Borbón-Morales** como coordinadores, fue sometida al proceso de evaluación por pares doble ciego, de acuerdo a la política editorial del CIATEJ, para su dictaminación de aceptación.

Una vez atendidas las observaciones emitidas por los dictaminadores y resueltas por los autores, el resultado considera que el contenido del libro es un producto de un trabajo profesional de investigación, análisis y generación de conocimiento original, donde se precisa la metodología y los alcances de sus resultados; por consiguiente, el resultado del dictamen del capítulo fue **FAVORABLE PARA SU PUBLICACIÓN.**

Sirva la presente para los fines que a los interesados convengan.

Atentamente

Dra. Lorena Amaya Delgado
Presidenta del Consejo Editorial del CIATEJ

