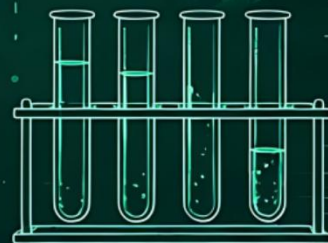
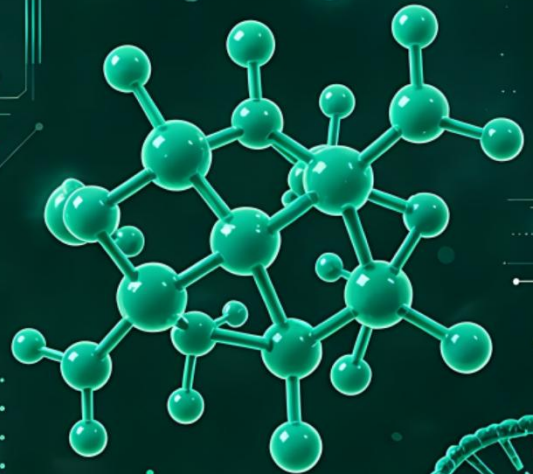
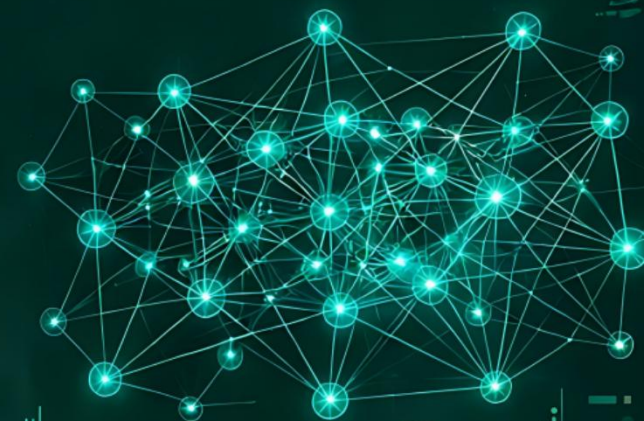


INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

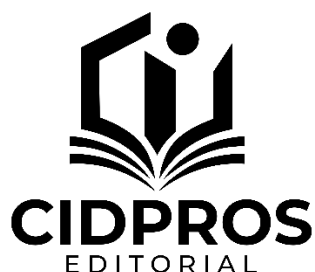
Nuvia Aracelly Beltrán Robayo, Bryan Raúl Silva Naranjo,
Andrés Miguel Arguello Pazmiño, Jhon Alexander Ponce
Alencastro, Renán Mauricio Guerrero Cando & Sebastián Ariel
Mora Cordero



CIDPROS
EDITORIAL

Inteligencia Artificial Aplicada a la Investigación Científica

Nuvia Aracelly Beltrán Robayo, Bryan Raúl Silva
Naranjo, Andrés Miguel Arguello Pazmiño, Jhon
Alexander Ponce Alencastro, Renán Mauricio Guerrero
Cando & Sebastián Ariel Mora Cordero





Datos bibliográficos

ISBN	978-9907-848-05-2
Título del libro	Inteligencia Artificial Aplicada a la Investigación Científica
Autores	Nuvia Aracelly Beltrán Robayo Bryan Raúl Silva Naranjo Andrés Miguel Arguello Pazmiño Jhon Alexander Ponce Alencastro Renán Mauricio Guerrero Cando Sebastián Ariel Mora Cordero
Editorial	CIDPROS EDITORIAL
Materia	001.4 - Investigación
Público objetivo	Profesional / académico
Año	2026
Número de edición	1
Tamaño	4.61Mb
Soporte	Libro digital descargable
Formato	PDF (.pdf)
Idioma	Español
DOI	https://doi.org/10.70577/001nnm09

Hecho en Ecuador / Made in Ecuador

MSc. Nuvia Aracelly Beltrán Robayo

Universidad Agraria del Ecuador

nbeltran@uagraria.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3335-576X>

Milagro, Guayas, Ecuador

Semblanza

Nuvia Beltrán Robayo es una ingeniera ecuatoriana nacida el 26 de noviembre de 1991 en Milagro, provincia del Guayas, cuya trayectoria ha estado marcada por un profundo compromiso con la innovación tecnológica y la educación superior como herramientas de transformación social. Desde el inicio de su carrera profesional ha mostrado un interés constante por vincular la tecnología con el desarrollo productivo y académico del país.

Cuenta con una sólida formación académica: es Ingeniera en Computación e Informática, Magíster en Auditoría de Tecnologías de la Información y Magíster en Big Data y Ciencias de Datos. Actualmente cursa un doctorado en Informática, lo que refleja su vocación por la excelencia académica y la actualización permanente en las ciencias de la computación y el análisis de datos.

A lo largo de su trayectoria, se ha desempeñado como docente de la Universidad Agraria del Ecuador, acumulando más de 10 años de experiencia en el área, tiempo durante el cual ha combinado la enseñanza con la investigación aplicada. Su vocación académica se evidencia en numerosos artículos científicos relacionados con inteligencia artificial, big data y visión por computador, así como en la escritura de varios capítulos de libro vinculados a estas mismas áreas de conocimiento. Docente y profesional comprometida, encarna valores de constancia, rigurosidad y pasión por la innovación, inspirando a nuevas generaciones a integrar la tecnología al servicio del desarrollo del Ecuador.



MSc. Bryan Raúl Silva Naranjo

Facultad de Arquitectura y Urbanismo / Universidad Central del Ecuador

brsilva@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-0463-0576>

Quito, Pichincha, Ecuador

Semblanza

Bryan Raúl Silva Naranjo es un arquitecto ecuatoriano nacido el 15 de febrero de 1994 en la ciudad de Ambato. Sus raíces se encuentran en la parroquia rural de Pasa, específicamente en la comunidad de Llullaló, donde creció en un entorno que marcó profundamente su carácter, su visión de vida y su sentido de responsabilidad. Desde temprana edad comprendió el valor del esfuerzo, la constancia y el trabajo, principios que se convirtieron en pilares de su formación personal y profesional. Aunque desde niño soñaba con convertirse en arquitecto, este anhelo quedó temporalmente relegado; sin embargo, al culminar su formación académica ese sueño fue pasmado. Durante su niñez y juventud trabajó en diversas áreas, experiencias que fortalecieron su disciplina, resiliencia y compromiso con su desarrollo personal, consolidando su convicción de construir su futuro a partir del esfuerzo propio.



Su admiración por los grandes Arquitectos y sus obras Arquitectónicas, despertó en él un interés profundo por comprender cómo los espacios pueden influir positivamente en la vida de las personas. Al explorar la arquitectura a nivel mundial, encontró en esta disciplina una fuente constante de inspiración y aprendizaje, reconociendo su potencial para mejorar las condiciones sociales y culturales de las comunidades. Esta visión ha orientado su vocación profesional hacia la búsqueda de soluciones arquitectónicas que integren funcionalidad, innovación y responsabilidad social.

Cuenta con una sólida formación académica. Es Arquitecto graduado en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central del Ecuador. Posteriormente obtuvo el título de Magíster en Gerencia de Proyectos BIM en la Universidad Internacional SEK (UISEK). Esta preparación refleja su compromiso con la excelencia académica y la actualización permanente en metodologías tecnológicas aplicadas a la arquitectura, en el ámbito del Building Information Modeling (BIM), la inteligencia artificial y su estrecha relación con la ingeniería, la industria y la construcción.

A lo largo de su trayectoria profesional ha desarrollado su labor tanto en el ejercicio libre de la arquitectura como en el servicio público, participando activamente en procesos vinculados al desarrollo profesional y a la difusión del conocimiento. Su compromiso con la educación y la innovación en la nueva era tecnológica lo impulsa a contribuir en la formación de nuevas generaciones de profesionales, promoviendo una arquitectura que combine conocimiento técnico, pensamiento crítico y sensibilidad social frente a los desafíos contemporáneos.

MSc. Andrés Miguel Arguello Pazmiño

Universidad Metropolitana

aarguello@umet.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3661-2925>

Quito, Pichincha, Ecuador

Semblanza

Ing. Andrés Miguel Arguello Pazmiño, Magíster, profesional ecuatoriano comprometido con la formación académica, la investigación y la gestión ambiental, cuenta con una sólida trayectoria respaldada por una formación multidisciplinaria que integra conocimientos en ingeniería, salud pública, educación e innovación. Su perfil profesional se caracteriza por el enfoque en la sostenibilidad, la prevención de riesgos, la investigación científica y el fortalecimiento de procesos educativos orientados al desarrollo integral de la sociedad.

Es Ingeniero Ambiental en Prevención y Remediación por la Universidad de Las Américas (UDLA), formación que le ha permitido desarrollar competencias en gestión ambiental, evaluación de impactos, prevención de la contaminación y diseño de estrategias para la conservación de los recursos naturales. Complementa su preparación con el título de Magíster en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial, también otorgado por la Universidad de Las Américas, fortaleciendo sus capacidades para la gestión eficiente de procesos, la administración de riesgos laborales y la implementación de sistemas de seguridad y salud ocupacional en organizaciones públicas y privadas.

Su formación de cuarto nivel se amplía con el título de Magíster en Salud Pública, otorgado por la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), mediante el cual profundizó sus conocimientos en promoción de la salud, epidemiología, políticas públicas sanitarias y prevención de enfermedades, integrando una visión interdisciplinaria entre el ambiente y la salud humana. Asimismo, obtuvo el título de Magíster en Innovación en Educación por la Universidad de Las Américas, consolidando competencias en innovación pedagógica, transformación digital, diseño curricular y aplicación de metodologías activas para la educación superior.

A lo largo de su trayectoria académica y profesional ha participado en proyectos de investigación, actividades de divulgación científica y espacios de intercambio académico relacionados con la gestión ambiental, la calidad del agua, la sostenibilidad y la salud pública, contribuyendo a la generación de conocimiento y a la búsqueda de soluciones para problemáticas ambientales y sociales. Su formación interdisciplinaria le permite integrar enfoques científicos, tecnológicos y educativos para el diseño de propuestas innovadoras orientadas al desarrollo sostenible.

Su perfil evidencia un firme compromiso con la actualización profesional permanente, la investigación aplicada y la mejora continua, constituyéndose en un profesional con visión integral, preparado para liderar procesos de gestión ambiental, salud pública, seguridad industrial e innovación educativa. Esta combinación de competencias fortalece su capacidad para impulsar proyectos de alto impacto, promover la sostenibilidad y contribuir al desarrollo científico, académico y social del Ecuador.



Dr. Jhon Alexander Ponce Alencastro

Universidad Técnica de Manabí – Facultad Ciencias de la Salud

jhon.ponce@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3666-7865>

Portoviejo, Manabí, Ecuador

Semblanza

Jhon Alexander Ponce Alencastro, Doctor en Medicina y Cirugía nacido el 7 de julio de 1979 en Portoviejo, es un profesional nacido en Portoviejo capital de la provincia costeña Manabí, cuyo entorno ha influenciado en la formación académica y vocacional profundamente orientada al servicio humano desde la Atención Primaria de la Salud y la Psicología Clínica, complementando su perfil con posgrados en Diabetología, Geriatria y Docencia, además de un doctorado en curso en Educación. Su preparación multidisciplinaria refleja un compromiso permanente con la excelencia científica y la actualización profesional.



A lo largo de su carrera, ha ejercido en instituciones de referencia nacional como hospitales provinciales y nacionales, desempeñándose en áreas críticas de la medicina interna, y atención comunitaria. Su labor se extiende al ámbito académico como docente investigador de la Universidad Técnica de Manabí, donde también ocupó funciones directivas y ha sido tutor de trabajos de titulación en pregrado y posgrado. Asimismo, participa como evaluador externo en comités de ética e investigación, consolidando una trayectoria que integra asistencia clínica, docencia universitaria y gestión institucional.

Su producción intelectual incluye artículos científicos, ponencias y capítulos de libros difundidos en revistas y repositorios nacionales e internacionales, evidenciando una sólida contribución al desarrollo del conocimiento. Miembro activo de diversas redes profesionales y académicas, destaca por su enfoque humanista, su compromiso con la resiliencia y su dedicación a mejorar la salud física, psicológica y social de las personas. Su trabajo encarna valores de ética, integridad y liderazgo transformador, proyectando un aporte significativo para la construcción de una sociedad más justa y consciente.

Ing. Renán Mauricio Guerrero Cando, MSc.

Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador – CONGOPE

renan_mauricio@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-7904-8099>

Quito, Pichincha, Ecuador

Semblanza

Renán Mauricio Guerrero Cando es Ingeniero en Sistemas Informáticos y de Computación por la Escuela Politécnica Nacional, Master en Gerencia de Sistemas por la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) y Master de Segundo Nivel en Dirección de Ciberseguridad por la Università degli Studi Guglielmo Marconi de Italia. Actualmente cursa una Maestría en Calidad de Software, consolidando una formación especializada en desarrollo tecnológico, gestión de sistemas, seguridad de la información y aseguramiento de la calidad.

Se desempeña como Especialista en Desarrollo de Software en el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador —CONGOPE—, donde participa en el análisis, diseño, desarrollo, implementación, integración y mejora de soluciones informáticas orientadas a la transformación digital y a la modernización de la gestión pública.

Su experiencia profesional comprende desarrollo de aplicaciones, automatización de procesos, interoperabilidad, gestión documental electrónica, administración de plataformas y servicios tecnológicos, aplicando criterios de calidad, seguridad y continuidad operativa.

Mantiene una formación continua respaldada por certificaciones y programas internacionales en ciberseguridad, DevOps, metodologías ágiles, seguridad de la información, protección de datos, continuidad del negocio y gestión tecnológica. También ha profundizado en el estudio y aplicación de tecnologías emergentes, particularmente inteligencia artificial, mediante el análisis de modelos generativos y probabilísticos, integración de APIs, despliegue de modelos locales y desarrollo de prototipos, asistentes virtuales y chatbots.

Su perfil combina experiencia práctica, formación académica de cuarto nivel y una visión interdisciplinaria que integra ingeniería de software, inteligencia artificial, calidad, ciberseguridad e innovación. Su trabajo se orienta a comprender las tecnologías más allá de su uso instrumental, con el propósito de incorporarlas de manera responsable y efectiva en soluciones que aporten valor a las organizaciones, la investigación y la sociedad.



Tlgo. Sebastián Ariel Mora Cordero

EMAFESA S.A.S / Empresa de Retail Automotriz

emafesasas@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0585-3544>

Guayaquil, Guayas, Ecuador

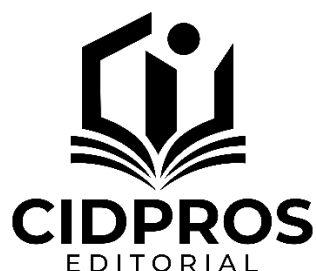
Semblanza

Tlgo. Sebastián Ariel Mora Cordero es un destacado administrador y empresario ecuatoriano radicado en la ciudad de Guayaquil. Tecnólogo Superior en Administración, ha consolidado su trayectoria en el ámbito corporativo mediante el liderazgo estratégico, la gestión operativa y el desarrollo de modelos de negocio eficientes. Actualmente, se desempeña con éxito en la alta dirección como gerente de dos organizaciones clave, destacando su gestión al frente de EMAFESA S.A.S, compañía especializada en el sector del retail automovilístico, donde ha liderado con éxito procesos de planificación comercial y optimización de recursos.



Más allá del éxito financiero, la verdadera visión y el motor de su labor empresarial radican en un profundo sentido humano y de responsabilidad social. Su meta principal es la constante apertura de nuevas plazas de empleo digno como una vía activa para combatir el desempleo y aportar al bienestar social de su entorno. Sebastián concibe a sus empresas no solo como unidades productivas, sino como espacios para forjar una gran familia laboral, donde el desarrollo integral de sus colaboradores sea la máxima prioridad.

Su sólida formación práctica se complementa con diversas certificaciones técnicas y profesionales avaladas por el Ministerio del Trabajo del Ecuador, la Secretaría de Cualificaciones Profesionales (SETEC) y la SENESCYT. Esta sólida preparación, combinada con su filosofía de liderazgo con propósito, define a Sebastián como un empresario joven, dinámico y resiliente, comprometido con la construcción de un tejido empresarial más solidario, humano y próspero para el Ecuador.



El contenido y las ideas expuestas en esta obra se encuentran protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y constituyen derechos exclusivos de su(s) autor(es).

Derechos de Autor © 2026

Este documento se publica bajo los términos y condiciones de la licencia:



Creative Commons Reconocimiento – No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Usted es libre de compartir y adaptar el material, siempre que otorgue el crédito correspondiente, no lo utilice con fines comerciales y distribuya sus contribuciones bajo la misma licencia.

Para ver una copia de esta licencia, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Sinopsis

La inteligencia artificial (IA) está transformando profundamente la investigación científica al ofrecer nuevas herramientas para optimizar la búsqueda de información, el análisis de datos, la generación de conocimiento y la comunicación de resultados. En un contexto caracterizado por el crecimiento acelerado de la producción académica, los investigadores enfrentan el desafío de gestionar grandes volúmenes de evidencia con eficiencia, rigurosidad y sentido crítico. Esta obra presenta una visión integral sobre el papel de la inteligencia artificial como apoyo estratégico en todas las etapas del proceso investigativo, desde la formulación del problema hasta la difusión de los hallazgos científicos.

A lo largo de sus capítulos se abordan los fundamentos de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, las redes neuronales, el procesamiento del lenguaje natural y la inteligencia artificial generativa, así como las principales herramientas inteligentes disponibles para la investigación. Además, se analizan las aplicaciones de estas tecnologías en investigaciones cuantitativas y cualitativas, revisiones sistemáticas, metaanálisis, visualización científica y producción académica, incorporando también reflexiones sobre la ética, la transparencia, la integridad científica y el uso responsable de los sistemas inteligentes.

Dirigido a estudiantes, docentes, investigadores y profesionales, este libro ofrece una perspectiva actualizada que combina fundamentos teóricos, aplicaciones prácticas y recomendaciones para desarrollar competencias investigativas acordes con las exigencias de la ciencia contemporánea. Su propósito es promover una integración crítica y responsable de la inteligencia artificial, fortaleciendo la calidad, la eficiencia y la innovación en la generación de conocimiento científico.

Palabras clave: inteligencia artificial, investigación científica, aprendizaje automático, metodología de la investigación, innovación científica.

Synopsis

Artificial Intelligence (AI) is profoundly transforming scientific research by providing innovative tools to optimize information retrieval, data analysis, knowledge generation, and the communication of research findings. In an era characterized by the rapid growth of academic production, researchers face the challenge of managing vast amounts of evidence with efficiency, methodological rigor, and critical thinking. This book offers a comprehensive overview of the role of artificial intelligence as a strategic support throughout every stage of the research process, from problem formulation to the dissemination of scientific findings.

Throughout its chapters, the book explores the foundations of artificial intelligence, machine learning, neural networks, natural language processing, and generative AI, as well as the principal intelligent tools available for scientific research. It also examines the application of these technologies in quantitative and qualitative research, systematic reviews, meta-analyses, scientific visualization, and academic writing. In addition, it addresses essential topics related to ethics, transparency, scientific integrity, and the responsible use of intelligent systems in research.

Intended for undergraduate and graduate students, educators, researchers, and professionals, this book provides an up-to-date perspective that combines theoretical foundations, practical applications, and recommendations for developing research competencies aligned with the demands of contemporary science. Its primary objective is to promote the critical and responsible integration of artificial intelligence, enhancing the quality, efficiency, and innovation of scientific knowledge generation.

Keywords: artificial intelligence, scientific research, machine learning, research methodology, scientific innovation.

Índice de Contenido

Sinopsis	11
Synopsis	12
Introducción	15
Capítulo 01. Fundamentos de la inteligencia artificial en la investigación científica	17
1.1 Conceptualización y evolución histórica de la inteligencia artificial.....	18
1.2 Principios básicos del aprendizaje automático.....	21
1.3 Redes neuronales y aprendizaje profundo.....	24
1.4 Procesamiento del lenguaje natural en el ámbito científico.....	28
1.5 Inteligencia artificial generativa y producción de conocimiento	32
1.6 Integración de la inteligencia artificial en el proceso investigativo	36
1.7 Beneficios y limitaciones de la inteligencia artificial en la ciencia	40
Capítulo 02. Herramientas inteligentes para la investigación científica.....	44
2.1 Plataformas de inteligencia artificial para la búsqueda bibliográfica	45
2.2 Gestores inteligentes de referencias y documentos científicos	49
2.3 Herramientas para la revisión y síntesis de literatura.....	53
2.4 Aplicaciones de inteligencia artificial para la redacción académica.....	57
2.5 Sistemas inteligentes para el análisis de datos cuantitativos.....	61
2.6 Herramientas para el análisis cualitativo asistido por inteligencia artificial	65
2.7 Aplicaciones para la visualización e interpretación de resultados	70
2.8 Criterios para seleccionar y evaluar herramientas inteligentes	74
Capítulo 03. Métodos de investigación apoyados por inteligencia artificial	78
2.9 Formulación del problema y generación de preguntas de investigación	79
2.10 Diseño metodológico asistido por inteligencia artificial	82
2.11 Recolección automatizada de datos científicos	85
2.12 Procesamiento y depuración inteligente de bases de datos	89
2.13 Análisis predictivo y reconocimiento de patrones.....	93
2.14 Interpretación de resultados mediante modelos inteligentes	96
2.15 Validación, reproducibilidad y comunicación de los hallazgos	100
Capítulo 04. Ética e integridad científica en la inteligencia artificial.....	104
2.16 Principios éticos aplicados al uso de inteligencia artificial	105
2.17 Transparencia y declaración del uso de herramientas inteligentes.....	108
2.18 Autoría, propiedad intelectual y responsabilidad científica	111
2.19 Privacidad, confidencialidad y protección de datos	114

2.20	Sesgos algorítmicos y equidad en la investigación	118
2.21	Integridad académica, plagio y uso responsable de contenidos generados	121
Capítulo 05. Tendencias futuras de la inteligencia artificial en investigación		125
3.1	Evolución de los modelos generativos aplicados a la ciencia	126
3.2	Automatización de laboratorios y experimentación inteligente	128
3.3	Agentes autónomos para el desarrollo de investigaciones	132
3.4	Inteligencia artificial multimodal en el análisis científico	135
3.5	Ciencia abierta y colaboración investigativa asistida por inteligencia artificial	139
3.6	Personalización de los procesos de formación investigativa	143
3.7	Nuevos perfiles y competencias del investigador	147
3.8	Desafíos y perspectivas de la investigación científica inteligente	151
Capítulo 06. Aplicaciones prácticas de la inteligencia artificial en la investigación científica		155
3.9	La inteligencia artificial en investigaciones cuantitativas	156
3.10	La inteligencia artificial en investigaciones cualitativas	158
3.11	Aplicaciones de la IA en revisiones sistemáticas y metaanálisis	160
3.12	Inteligencia artificial para la visualización y comunicación científica	162
3.13	Casos de éxito de la inteligencia artificial en diferentes disciplinas	166
3.14	Competencias del investigador en la era de la inteligencia artificial	168
3.15	Perspectivas futuras de la investigación científica con inteligencia artificial	170
Bibliografía		173

Introducción

La inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una de las transformaciones tecnológicas más relevantes del siglo XXI, modificando profundamente la manera en que se produce, analiza y comunica el conocimiento científico. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información, identificar patrones complejos, automatizar tareas repetitivas y generar contenido ha abierto nuevas posibilidades para el desarrollo de investigaciones más ágiles, precisas e innovadoras. En este contexto, la investigación científica experimenta una evolución que trasciende el uso de herramientas digitales tradicionales y se orienta hacia la integración de sistemas inteligentes como apoyo permanente en todas las etapas del proceso investigativo.

La creciente producción mundial de información científica representa uno de los mayores desafíos para investigadores, docentes y estudiantes. Cada año se publican millones de artículos, libros, informes técnicos y documentos especializados, dificultando la identificación, selección y análisis oportuno de la evidencia disponible. Frente a esta realidad, la inteligencia artificial emerge como una aliada estratégica capaz de optimizar la búsqueda bibliográfica, facilitar la organización del conocimiento, apoyar la síntesis de literatura y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia, contribuyendo a una investigación más eficiente y rigurosa.

Sin embargo, la incorporación de la inteligencia artificial en la investigación científica no implica sustituir el pensamiento humano ni reemplazar el rigor metodológico que caracteriza al conocimiento científico. Por el contrario, estas tecnologías adquieren verdadero valor cuando complementan las capacidades analíticas del investigador, permitiéndole dedicar mayor tiempo a la formulación de problemas relevantes, la interpretación crítica de resultados y la generación de aportes originales. En consecuencia, el juicio científico, la creatividad, la ética y la reflexión continúan siendo responsabilidades exclusivamente humanas.

Este libro surge con el propósito de ofrecer una visión integral sobre el papel que desempeña la inteligencia artificial en la investigación científica contemporánea. A lo largo de sus capítulos se presentan los fundamentos conceptuales de esta tecnología, las principales herramientas disponibles para investigadores, las aplicaciones prácticas en metodologías cuantitativas y cualitativas, los avances en revisiones sistemáticas, el análisis automatizado de datos, la comunicación científica y las tendencias que definirán el futuro de la producción académica. La obra también aborda aspectos éticos relacionados con la transparencia, la integridad científica, la protección de datos y el uso responsable de los sistemas inteligentes.

Además de describir el funcionamiento de las principales tecnologías, este texto busca desarrollar una perspectiva crítica frente a las oportunidades y limitaciones de la inteligencia artificial. Se enfatiza la necesidad de evaluar cuidadosamente la calidad de la información generada, reconocer la existencia de sesgos algorítmicos, verificar las fuentes utilizadas y preservar la reproducibilidad de los procesos investigativos. De esta manera, el lector comprenderá que la inteligencia artificial constituye un recurso de apoyo cuyo potencial depende, en gran medida, del conocimiento metodológico y del criterio profesional de quien la utiliza.

La estructura del libro ha sido organizada de manera progresiva para facilitar el aprendizaje. En primer lugar, se presentan los fundamentos de la inteligencia artificial y sus principales componentes tecnológicos. Posteriormente, se analizan las herramientas inteligentes disponibles para la investigación, los métodos investigativos apoyados por IA y los principios éticos que orientan su utilización responsable. Finalmente, se examinan las tendencias emergentes y las aplicaciones prácticas que actualmente están transformando la forma en que se genera, comunica y utiliza el conocimiento científico en distintas disciplinas.

Esta obra está dirigida a estudiantes de pregrado y posgrado, docentes, investigadores y profesionales interesados en fortalecer sus competencias investigativas mediante el uso responsable de la inteligencia artificial. Asimismo, pretende servir como un recurso de consulta para quienes buscan comprender el impacto de estas tecnologías en la producción científica y desarrollar habilidades que les permitan afrontar los desafíos de una ciencia cada vez más digital, interdisciplinaria y colaborativa.

En un escenario caracterizado por la acelerada evolución tecnológica, la inteligencia artificial no debe entenderse únicamente como una innovación informática, sino como una herramienta estratégica para potenciar la capacidad humana de investigar, descubrir y resolver problemas complejos. Su incorporación responsable permitirá fortalecer la calidad de la investigación científica, ampliar las oportunidades de colaboración internacional y acelerar la generación de conocimiento orientado al desarrollo sostenible. Con este propósito, el presente libro invita al lector a explorar las múltiples posibilidades que ofrece la inteligencia artificial, promoviendo siempre un equilibrio entre innovación tecnológica, pensamiento crítico y compromiso ético con la ciencia.

A vertical strip on the left side of the page. The top part shows a close-up of a microscope's objective lens and stage. The bottom part shows a glowing green DNA double helix structure against a dark background.

Capítulo

01.

**Fundamentos de la
inteligencia artificial en la
investigación científica**

A large, abstract network diagram in the bottom right corner. It features a series of interconnected nodes (small circles) and lines, forming a complex web. Some nodes are highlighted in a light blue color. The background is white with faint, curved lines suggesting a globe or a network structure.

1.1 Conceptualización y evolución histórica de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) constituye una disciplina de las ciencias de la computación orientada al diseño de sistemas capaces de realizar tareas que tradicionalmente requieren inteligencia humana. Estas tareas incluyen el razonamiento, el aprendizaje, la resolución de problemas, la comprensión del lenguaje, la percepción visual y la toma de decisiones. A diferencia de los programas convencionales, que ejecutan instrucciones previamente definidas, los sistemas de IA pueden identificar patrones en grandes volúmenes de datos y mejorar su desempeño mediante procesos de entrenamiento. Esta capacidad ha convertido a la IA en una de las tecnologías más influyentes del siglo XXI, con aplicaciones en prácticamente todas las áreas del conocimiento. En el ámbito científico, su incorporación ha transformado la manera en que se desarrollan los procesos de investigación y generación de conocimiento (Bachelard, 1938).

La conceptualización de la inteligencia artificial ha evolucionado conforme han avanzado las capacidades tecnológicas y los enfoques científicos. En sus primeras etapas, la IA fue entendida como la posibilidad de construir máquinas capaces de imitar el razonamiento humano mediante reglas lógicas. Posteriormente, la atención se desplazó hacia sistemas con capacidad de aprender a partir de la experiencia, dando origen al aprendizaje automático o *machine learning*. En la actualidad, el concepto abarca una amplia diversidad de técnicas computacionales que permiten analizar información, reconocer patrones complejos y generar respuestas adaptativas. Esta evolución conceptual refleja el paso desde modelos rígidos basados en reglas hacia sistemas dinámicos capaces de mejorar continuamente mediante el procesamiento de datos (Botella y Ramos, 2019).

El origen formal de la inteligencia artificial suele situarse en la década de 1950, cuando diversos investigadores comenzaron a plantear la posibilidad de desarrollar máquinas inteligentes. Uno de los antecedentes más importantes fue el trabajo del matemático británico Alan Turing, quien propuso que una máquina podría considerarse inteligente si lograba mantener una conversación indistinguible de la de un ser humano. Esta idea dio lugar a la conocida prueba de Turing, considerada uno de los primeros criterios para evaluar el comportamiento inteligente de los sistemas computacionales. Aunque la tecnología disponible en aquella época era limitada, estos planteamientos sentaron las bases teóricas que impulsaron el nacimiento de la inteligencia artificial como disciplina científica (Mujica, 2021).

En 1956 se celebró la Conferencia de Dartmouth, considerada el evento fundacional de la inteligencia artificial. Durante este encuentro, John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon y Nathaniel Rochester reunieron a un grupo de investigadores interesados en estudiar cómo lograr que las máquinas simularan procesos propios de la inteligencia humana. Fue precisamente McCarthy quien acuñó el término "Artificial Intelligence", estableciendo un marco conceptual para futuras investigaciones. A partir de este momento comenzaron a desarrollarse los primeros programas capaces de resolver problemas matemáticos, demostrar teoremas y ejecutar tareas lógicas, despertando un gran optimismo respecto al potencial de esta nueva disciplina.

Durante las décadas de 1960 y 1970 la investigación en inteligencia artificial experimentó importantes avances, especialmente en el desarrollo de sistemas basados en reglas y representación del conocimiento. Surgieron programas especializados que podían resolver problemas específicos mediante conjuntos de instrucciones previamente diseñadas por expertos. Entre ellos destacaron los denominados sistemas expertos, ampliamente utilizados en medicina, ingeniería y diagnóstico industrial. Sin embargo, las limitaciones en la capacidad computacional y la dificultad para representar situaciones complejas impidieron que estos sistemas alcanzaran la flexibilidad esperada, lo que condujo posteriormente a un período de menor inversión y desarrollo conocido como el "invierno de la inteligencia artificial" (Obregón, 2002).

A finales de la década de 1980 y durante los años noventa comenzó una nueva etapa impulsada por el incremento en la capacidad de procesamiento de los computadores y la disponibilidad de mayores volúmenes de información digital. Los investigadores dirigieron su atención hacia algoritmos capaces de aprender directamente a partir de los datos, en lugar de depender exclusivamente de reglas definidas por expertos. Este cambio dio origen al aprendizaje automático, que permitió desarrollar modelos predictivos con niveles de precisión superiores a los alcanzados por los sistemas tradicionales. Paralelamente, se fortalecieron disciplinas como la minería de datos, el reconocimiento de patrones y la estadística computacional (Zemelman, 2021).

El siglo XXI marcó un punto de inflexión para la inteligencia artificial gracias al desarrollo del aprendizaje profundo o *deep learning*. Este enfoque utiliza redes neuronales artificiales compuestas por múltiples capas que permiten procesar información de manera similar al funcionamiento de ciertas estructuras del cerebro humano. La combinación entre grandes

cantidades de datos, procesadores gráficos de alto rendimiento y nuevos algoritmos de optimización posibilitó resolver problemas que anteriormente eran considerados extremadamente complejos. Como resultado, la IA comenzó a superar el desempeño humano en tareas específicas como el reconocimiento de imágenes, la traducción automática, el diagnóstico médico asistido y la identificación de patrones en grandes bases de datos científicas.

En los últimos años, la aparición de modelos generativos ha ampliado significativamente las capacidades de la inteligencia artificial. Estos sistemas no solo analizan información existente, sino que también generan textos, imágenes, código informático, modelos tridimensionales, música y otros contenidos originales a partir de instrucciones proporcionadas por los usuarios. Modelos basados en arquitecturas de transformadores han demostrado una notable capacidad para comprender el lenguaje natural y producir respuestas coherentes en múltiples contextos. Esta evolución ha incrementado el interés de la comunidad científica debido a su potencial para apoyar actividades relacionadas con la revisión bibliográfica, la redacción académica, la programación y el análisis de información (Bautista, 2022).

La incorporación de la inteligencia artificial en la investigación científica ha transformado profundamente todas las etapas del proceso investigativo. Actualmente, los investigadores utilizan herramientas inteligentes para identificar literatura relevante, organizar grandes colecciones bibliográficas, analizar datos cuantitativos y cualitativos, generar visualizaciones avanzadas e incluso formular hipótesis preliminares. Estas aplicaciones permiten reducir considerablemente el tiempo dedicado a tareas repetitivas, favoreciendo que los científicos concentren sus esfuerzos en actividades de mayor complejidad intelectual, como la interpretación crítica de resultados y la construcción de nuevo conocimiento. No obstante, el uso de estas tecnologías requiere una adecuada supervisión humana para garantizar la calidad metodológica de las investigaciones (Mujica, 2021).

La evolución histórica de la inteligencia artificial también ha estado acompañada por importantes debates relacionados con la ética, la transparencia y la responsabilidad científica. A medida que los algoritmos adquieren mayor autonomía, surgen interrogantes sobre la confiabilidad de sus resultados, la presencia de sesgos en los datos de entrenamiento y la protección de la propiedad intelectual. Asimismo, la comunidad académica ha establecido diversas recomendaciones para promover un uso responsable de estas herramientas, enfatizando la necesidad de documentar su utilización, verificar la información generada y

preservar la integridad de los procesos científicos. Estas consideraciones resultan esenciales para mantener la credibilidad de la investigación apoyada por inteligencia artificial (Lopardo, 2024).

En la actualidad, la inteligencia artificial representa una de las tecnologías con mayor capacidad para impulsar el desarrollo científico y tecnológico a nivel mundial. Su evolución evidencia una transición desde modelos experimentales basados en reglas hacia sistemas altamente sofisticados capaces de aprender, adaptarse y generar conocimiento de manera colaborativa con los investigadores. Lejos de sustituir el pensamiento científico, la IA se consolida como una herramienta estratégica que fortalece la capacidad analítica, acelera los procesos de descubrimiento y amplía las posibilidades de innovación en múltiples disciplinas. Su continuo desarrollo permitirá afrontar problemas cada vez más complejos, favoreciendo una investigación más eficiente, interdisciplinaria y orientada a la generación de soluciones para los desafíos contemporáneos.

1.2 Principios básicos del aprendizaje automático

El aprendizaje automático (*Machine Learning*) constituye una de las principales ramas de la inteligencia artificial y se centra en el desarrollo de algoritmos capaces de aprender a partir de los datos sin necesidad de ser programados explícitamente para cada tarea. En lugar de seguir un conjunto fijo de instrucciones, estos sistemas identifican patrones, relaciones y tendencias presentes en la información disponible, permitiéndoles realizar predicciones, clasificaciones o recomendaciones con un alto nivel de precisión (Bokulich, 2011). Su objetivo fundamental consiste en mejorar continuamente el rendimiento mediante la experiencia acumulada, lo que ha convertido esta tecnología en un componente esencial para el desarrollo de aplicaciones inteligentes en diversos campos del conocimiento, incluida la investigación científica.

El principio fundamental del aprendizaje automático radica en la utilización de datos como fuente principal del conocimiento. Mientras mayor sea la calidad, diversidad y representatividad de los datos empleados durante el entrenamiento, mejores serán los resultados obtenidos por el modelo. Los algoritmos analizan grandes conjuntos de información para identificar regularidades estadísticas que posteriormente utilizan para responder a nuevos casos similares. Este proceso permite automatizar tareas complejas que anteriormente dependían exclusivamente de la intervención humana, favoreciendo una toma de decisiones más rápida, consistente y basada en evidencia empírica (Figueroa et al., 2020).

El funcionamiento de un modelo de aprendizaje automático generalmente comprende varias etapas consecutivas. En primer lugar, se recopilan los datos provenientes de diferentes fuentes, los cuales posteriormente son organizados, limpiados y preparados para su análisis. Una vez procesada la información, se selecciona el algoritmo más adecuado según el problema que se pretende resolver (Blanco y Mesa, 2022). Posteriormente, el modelo es entrenado utilizando una parte de los datos disponibles y finalmente se evalúa su desempeño mediante un conjunto independiente que permite verificar su capacidad para generalizar correctamente. Este ciclo puede repetirse varias veces hasta alcanzar un nivel óptimo de precisión.

Uno de los conceptos esenciales en el aprendizaje automático es la diferenciación entre datos de entrenamiento, validación y prueba. Los datos de entrenamiento permiten que el algoritmo aprenda las relaciones existentes entre las variables, mientras que los datos de validación se utilizan para ajustar los parámetros del modelo durante su desarrollo. Finalmente, los datos de prueba sirven para evaluar objetivamente el rendimiento del sistema frente a información que nunca ha procesado anteriormente. Esta división evita que el algoritmo memorice los datos originales y favorece la construcción de modelos capaces de responder adecuadamente a situaciones nuevas (Ochoa, 1989).

El aprendizaje supervisado representa uno de los enfoques más utilizados dentro del aprendizaje automático. En esta modalidad, el algoritmo recibe un conjunto de ejemplos previamente etiquetados, donde tanto las variables de entrada como las respuestas correctas son conocidas. A partir de esta información, el sistema aprende las relaciones existentes para posteriormente realizar predicciones sobre nuevos datos. Este enfoque es ampliamente empleado en tareas como clasificación de documentos científicos, predicción de resultados académicos, diagnóstico médico, reconocimiento de imágenes y análisis de riesgos, debido a su elevada capacidad predictiva cuando dispone de datos correctamente etiquetados.

Otra modalidad importante corresponde al aprendizaje no supervisado, en el cual los algoritmos trabajan con datos que no poseen etiquetas predefinidas. En este caso, el objetivo consiste en descubrir automáticamente estructuras, agrupaciones o patrones ocultos dentro de la información disponible. Técnicas como el agrupamiento (*clustering*) y la reducción de dimensionalidad permiten organizar grandes volúmenes de datos y facilitar su interpretación. En la investigación científica, este tipo de aprendizaje resulta especialmente útil para identificar perfiles, segmentar poblaciones de estudio, explorar relaciones entre variables y generar nuevas hipótesis de investigación (Jaramillo y Valverde, 2025).

Figura 1

Etapas del Funcionamiento de un Modelo de Aprendizaje Automático



Nota. Elaboración propia. La figura representa las etapas principales del funcionamiento de un modelo de aprendizaje automático, desde la recopilación y preparación de los datos hasta la evaluación y optimización de su rendimiento.

El aprendizaje por refuerzo constituye un tercer paradigma del aprendizaje automático basado en la interacción continua entre un agente inteligente y su entorno. El sistema aprende mediante un proceso de prueba y error, recibiendo recompensas cuando realiza acciones correctas y penalizaciones cuando sus decisiones son inadecuadas. Con el tiempo, el algoritmo desarrolla estrategias que maximizan las recompensas acumuladas y optimizan su desempeño. Este enfoque ha demostrado excelentes resultados en robótica, videojuegos, automatización industrial, logística y sistemas autónomos, además de abrir nuevas posibilidades para la simulación de procesos científicos complejos.

La selección del algoritmo adecuado depende de múltiples factores relacionados con el problema de investigación, la naturaleza de los datos y los objetivos del análisis. Existen numerosos algoritmos utilizados en aprendizaje automático, entre ellos regresión lineal, árboles

de decisión, máquinas de soporte vectorial, bosques aleatorios, redes neuronales artificiales y métodos basados en vecinos más cercanos (Palamidessi et al., 2014). Cada uno presenta fortalezas y limitaciones específicas en términos de precisión, velocidad de procesamiento, interpretabilidad y capacidad para manejar grandes volúmenes de información. Por esta razón, la elección del modelo debe fundamentarse en criterios metodológicos y estadísticos bien definidos.

El desempeño de un modelo de aprendizaje automático se evalúa mediante diferentes métricas que permiten medir su precisión y confiabilidad. Entre los indicadores más utilizados se encuentran la exactitud, precisión, sensibilidad, especificidad, error cuadrático medio, coeficiente de determinación y área bajo la curva ROC, dependiendo del tipo de problema analizado. Estas métricas facilitan la comparación entre distintos modelos y permiten seleccionar aquel que ofrece el mejor equilibrio entre capacidad predictiva y generalización. Una evaluación rigurosa resulta indispensable para garantizar que los resultados obtenidos sean válidos y útiles dentro del contexto científico (Ochichi, 2023).

A pesar de sus múltiples ventajas, el aprendizaje automático presenta desafíos importantes relacionados con la calidad de los datos, la interpretabilidad de los modelos y la presencia de sesgos algorítmicos. Los algoritmos pueden reproducir errores o discriminaciones existentes en los datos utilizados durante el entrenamiento, afectando la objetividad de las predicciones. Asimismo, algunos modelos complejos, especialmente aquellos basados en redes neuronales profundas, funcionan como sistemas de difícil interpretación, lo que dificulta comprender el proceso mediante el cual generan sus resultados. Estas limitaciones resaltan la necesidad de combinar el análisis automatizado con la supervisión crítica de investigadores especializados.

En el contexto de la investigación científica, el aprendizaje automático se ha consolidado como una herramienta estratégica para fortalecer la generación de conocimiento. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información, identificar patrones complejos y apoyar la toma de decisiones permite optimizar cada una de las fases del proceso investigativo. Sin embargo, su verdadero potencial depende de la integración entre el conocimiento metodológico del investigador y las capacidades analíticas de los algoritmos inteligentes. Cuando se utiliza de manera ética, crítica y fundamentada, el aprendizaje automático contribuye significativamente al desarrollo de investigaciones más rigurosas, eficientes e innovadoras (Ramón y Restrepo, 2023).

1.3 Redes neuronales y aprendizaje profundo

Las redes neuronales artificiales constituyen modelos computacionales inspirados en el funcionamiento del sistema nervioso humano. Están conformadas por un conjunto de nodos interconectados, denominados neuronas artificiales, que procesan información mediante operaciones matemáticas (Bokulich, 2011). Cada neurona recibe datos de entrada, los transforma mediante funciones de activación y transmite el resultado a las siguientes capas de la red. Este mecanismo permite que el sistema aprenda relaciones complejas entre las variables y genere respuestas cada vez más precisas a medida que aumenta la cantidad de datos utilizados durante el entrenamiento. Gracias a esta arquitectura, las redes neuronales han demostrado una elevada capacidad para resolver problemas de clasificación, predicción, reconocimiento y optimización en múltiples disciplinas científicas (Concari, 2001).

El aprendizaje profundo (*Deep Learning*) representa una evolución de las redes neuronales tradicionales y se caracteriza por utilizar múltiples capas ocultas que permiten extraer automáticamente características cada vez más complejas de los datos. Mientras los modelos convencionales requieren que el investigador seleccione manualmente las variables más relevantes, el aprendizaje profundo identifica dichas características de forma autónoma durante el proceso de entrenamiento. Esta capacidad ha permitido alcanzar resultados sobresalientes en tareas como reconocimiento de imágenes, procesamiento del lenguaje natural, análisis de voz, traducción automática y generación de contenido. En la investigación científica, estos modelos facilitan el análisis de grandes volúmenes de información que resultarían difíciles de procesar mediante técnicas estadísticas convencionales. (Ramón y Restrepo, 2023).

El entrenamiento de una red neuronal profunda implica un proceso iterativo mediante el cual el modelo ajusta millones de parámetros internos para minimizar el error entre las predicciones obtenidas y los resultados esperados. Este procedimiento utiliza algoritmos de optimización, como el descenso por gradiente, junto con el método de retropropagación del error (*backpropagation*), que modifica progresivamente los pesos de cada conexión neuronal. Conforme aumentan las iteraciones, la red mejora su capacidad para reconocer patrones y realizar predicciones más precisas. Sin embargo, este proceso demanda importantes recursos computacionales, grandes conjuntos de datos y una adecuada configuración de hiperparámetros para evitar problemas como el sobreajuste o el subajuste del modelo.

Las redes neuronales profundas han impulsado importantes avances en la investigación científica debido a su capacidad para descubrir relaciones no lineales entre variables que suelen pasar desapercibidas mediante métodos tradicionales. Actualmente son utilizadas en

disciplinas como medicina, genética, astronomía, educación, ciencias sociales, ingeniería, economía y ciencias ambientales (Morin, 1999). Su aplicación permite detectar anomalías, construir modelos predictivos, analizar imágenes médicas, interpretar secuencias genómicas, identificar tendencias bibliométricas y apoyar la toma de decisiones basada en evidencia. Estas capacidades convierten al aprendizaje profundo en una de las tecnologías más relevantes para la ciencia contemporánea.

A pesar de sus numerosas ventajas, las redes neuronales y el aprendizaje profundo presentan desafíos importantes relacionados con la interpretabilidad de los resultados, el consumo de recursos computacionales y la calidad de los datos utilizados durante el entrenamiento. Modelos excesivamente complejos pueden comportarse como "cajas negras", dificultando la comprensión del proceso mediante el cual generan sus predicciones. Además, la presencia de datos sesgados o insuficientes puede afectar significativamente la confiabilidad de los resultados. Por ello, su utilización en investigación científica debe complementarse con procesos de validación rigurosos, análisis crítico por parte de los investigadores y principios éticos que garanticen la transparencia y la reproducibilidad de los hallazgos (Jaramillo y Valverde, 2025).

Tabla 1
Comparación de las principales arquitecturas de redes neuronales y sus aplicaciones en la investigación científica

Arquitectura	Características principales	Tipo de datos	Ventajas	Limitaciones	Aplicaciones en investigación científica
Perceptrón multicapa (MLP)	Red neuronal completamente conectada con una o varias capas ocultas.	Datos estructurados.	Fácil implementación, buena capacidad de clasificación.	Menor desempeño con datos complejos y alta dimensionalidad.	Modelos predictivos, clasificación de variables, análisis estadístico avanzado.
Red neuronal convolucional (CNN)	Utiliza filtros para extraer características espaciales de imágenes.	Imágenes y videos.	Alta precisión en reconocimiento visual y procesamiento automático.	Requiere grandes volúmenes de datos y elevada capacidad computacional.	Diagnóstico médico por imágenes, teledetección, microscopía digital, análisis satelital.

Arquitectura	Características principales	Tipo de datos	Ventajas	Limitaciones	Aplicaciones en investigación científica
Red neuronal recurrente (RNN)	Mantiene memoria de secuencias anteriores durante el procesamiento.	Series temporales y texto.	Adecuada para datos secuenciales y temporales.	Dificultad para manejar dependencias muy largas.	Pronósticos, análisis financiero, comportamiento climático, procesamiento del lenguaje.
LSTM (Long Short-Term Memory)	Variante de RNN con memoria de largo plazo mediante compuertas internas.	Series temporales complejas.	Conserva información durante largos intervalos.	Entrenamiento más lento y mayor complejidad.	Predicción epidemiológica, análisis climático, monitoreo ambiental y biomédico.
GRU (Gated Recurrent Unit)	Simplifica la arquitectura LSTM manteniendo alto rendimiento.	Datos secuenciales.	Menor costo computacional y entrenamiento más rápido.	Puede ser menos precisa en ciertos problemas altamente complejos.	Predicción de demanda, análisis económico y procesamiento lingüístico.
Transformadores (<i>Transformers</i>)	Basados en mecanismos de atención que procesan información en paralelo.	Texto, imágenes y datos multimodales.	Elevada precisión, escalabilidad y comprensión contextual.	Alto consumo de memoria y recursos computacionales.	Modelos generativos, revisión bibliográfica, traducción científica, asistentes inteligentes para investigación.
Autoencoders	Aprenden representaciones compactas de los datos mediante codificación y decodificación.	Datos estructurados y no estructurados.	Excelente reducción de dimensionalidad y detección de anomalías.	Sensibles a la calidad del entrenamiento.	Descubrimiento de patrones ocultos, compresión de datos y detección de valores atípicos.
Redes Generativas Antagónicas (GAN)	Dos redes compiten para generar datos sintéticos	Imágenes, audio y datos sintéticos.	Generación de datos realistas y ampliación de muestras.	Entrenamiento complejo e inestable.	Simulación experimental, generación de imágenes médicas y aumento de

Arquitectura	Características principales	Tipo de datos	Ventajas	Limitaciones	Aplicaciones en investigación científica
	altamente realistas.				bases de datos científicas.

Nota. Elaboración propia con base en la literatura reciente sobre inteligencia artificial, aprendizaje profundo y aplicaciones científicas.

Las arquitecturas presentadas evidencian que no existe una única red neuronal adecuada para todos los problemas de investigación. La selección depende de la naturaleza de los datos, los objetivos metodológicos y el nivel de complejidad del fenómeno estudiado. Mientras los modelos MLP ofrecen buenos resultados en información estructurada, las CNN destacan en el procesamiento de imágenes y las redes recurrentes en el análisis de secuencias temporales (Cabrera y Cepeda, 2022).

El desarrollo de arquitecturas especializadas ha permitido ampliar significativamente las posibilidades de aplicación del aprendizaje profundo en la ciencia. Los transformadores, por ejemplo, han revolucionado el procesamiento del lenguaje natural y constituyen la base de los actuales modelos generativos utilizados para apoyar revisiones bibliográficas, análisis documentales, traducción académica y asistencia a investigadores durante el proceso de redacción científica.

Asimismo, modelos como los autoencoders y las redes generativas antagónicas ofrecen soluciones innovadoras para problemas relacionados con la escasez de datos o la identificación de patrones difíciles de detectar mediante técnicas convencionales. Estas arquitecturas contribuyen al fortalecimiento de investigaciones en medicina, biología molecular, ingeniería, ciencias ambientales y ciencias sociales, donde la calidad y disponibilidad de los datos representan un desafío constante (Ochoa, 1989).

Las redes neuronales y el aprendizaje profundo constituyen uno de los mayores avances de la inteligencia artificial contemporánea. Su integración en la investigación científica permite desarrollar modelos predictivos más precisos, automatizar procesos analíticos complejos y acelerar la generación de conocimiento (Lopardo, 2024). No obstante, su implementación debe acompañarse de criterios metodológicos rigurosos, validación permanente de los resultados y una adecuada interpretación por parte del investigador, garantizando que la tecnología complemente el razonamiento científico sin sustituir el juicio crítico humano.

1.4 Procesamiento del lenguaje natural en el ámbito científico

El procesamiento del lenguaje natural (PLN), conocido internacionalmente como *Natural Language Processing* (NLP), constituye una de las áreas más importantes de la inteligencia artificial, ya que permite a los sistemas computacionales comprender, interpretar, analizar y generar lenguaje humano de manera automática. Su desarrollo integra conocimientos provenientes de la lingüística, la informática, la estadística y el aprendizaje automático, con el propósito de facilitar la interacción entre las personas y las máquinas mediante el uso del lenguaje natural. En el contexto científico, el PLN ha adquirido una relevancia creciente debido al acelerado incremento de la producción académica mundial, lo que dificulta que los investigadores revisen manualmente la totalidad de la literatura disponible. Como consecuencia, estas tecnologías se han convertido en herramientas estratégicas para optimizar los procesos de búsqueda, organización y análisis de información científica (Giordano, 2023; Popper, 1963).

El funcionamiento del procesamiento del lenguaje natural se basa en una serie de etapas que permiten transformar textos no estructurados en información útil para el análisis computacional. Inicialmente, los documentos son sometidos a procesos de limpieza y normalización, eliminando caracteres innecesarios y unificando formatos lingüísticos. Posteriormente, se realiza la tokenización, la identificación de categorías gramaticales, el reconocimiento de entidades, el análisis sintáctico y el análisis semántico, permitiendo comprender el significado contextual del contenido (Ugarte y Parra, 2021). En los últimos años, la incorporación de modelos basados en transformadores ha mejorado significativamente la capacidad de interpretar relaciones complejas entre palabras, frases y documentos completos, incrementando la precisión de las aplicaciones desarrolladas para el ámbito académico.

En la investigación científica, el procesamiento del lenguaje natural facilita múltiples actividades relacionadas con la gestión del conocimiento. Entre sus principales aplicaciones destacan la búsqueda inteligente de literatura científica, la clasificación automática de artículos, la extracción de información relevante, el análisis bibliométrico, la identificación de tendencias investigativas y la generación de resúmenes automáticos. Asimismo, estas herramientas permiten identificar relaciones entre conceptos, detectar vacíos en el conocimiento existente y apoyar la formulación de nuevas hipótesis de investigación. Gracias a estas capacidades, los investigadores pueden reducir considerablemente el tiempo dedicado a tareas documentales y concentrar mayores esfuerzos en el análisis crítico y la interpretación de los resultados (Ugarte y Parra, 2021).

La evolución reciente del procesamiento del lenguaje natural ha estado impulsada por el desarrollo de modelos de lenguaje de gran escala (*Large Language Models*), entrenados con enormes cantidades de información textual. Estos modelos poseen una notable capacidad para comprender instrucciones, responder preguntas complejas, traducir documentos científicos, redactar textos académicos preliminares y asistir en diversas tareas relacionadas con la investigación. Sin embargo, su utilización requiere supervisión permanente, debido a que pueden generar información inexacta, referencias inexistentes o interpretaciones incorrectas cuando los datos de entrenamiento presentan limitaciones. Por ello, su uso debe entenderse como un apoyo al trabajo científico y no como un sustituto del criterio metodológico del investigador (Blanco y Mesa, 2022)r.

A pesar de los importantes avances alcanzados, el procesamiento del lenguaje natural enfrenta desafíos relacionados con la diversidad lingüística, la ambigüedad del lenguaje humano y la necesidad de garantizar transparencia en los resultados obtenidos. Los textos científicos suelen contener terminología altamente especializada, expresiones técnicas y diferencias disciplinarias que dificultan su interpretación automática. Además, la presencia de sesgos en los datos utilizados para entrenar los modelos puede afectar la objetividad de los análisis (Vélez y Ruíz, 2021). En consecuencia, el desarrollo futuro del PLN deberá orientarse hacia modelos más explicables, precisos y adaptables a distintos dominios científicos, fortaleciendo la confiabilidad de las aplicaciones utilizadas durante el proceso de investigación.

Tabla 2
Principales aplicaciones del procesamiento del lenguaje natural en la investigación científica

Aplicación del PLN	Objetivo principal	Técnicas utilizadas	Beneficios para la investigación	Limitaciones actuales	Ejemplos de aplicación
Búsqueda inteligente de literatura	Recuperar información científica relevante mediante consultas semánticas.	Embeddings, recuperación semántica, transformadores.	Reduce el tiempo de localización de artículos y mejora la pertinencia de los resultados.	Dependencia de bases de datos actualizadas y calidad de indexación.	Revisión sistemática, revisiones de alcance y estudios bibliométricos.
Clasificación automática de documentos	Organizar publicaciones según áreas temáticas o	Aprendizaje supervisado, redes	Automatiza la organización documental y facilita la	Disminuye su precisión cuando existen categorías	Repositorios institucionales y bases de datos científicas.

Aplicación del PLN	Objetivo principal	Técnicas utilizadas	Beneficios para la investigación	Limitaciones actuales	Ejemplos de aplicación
	categorías específicas.	neuronales, transformadores.	gestión bibliográfica.	muy similares.	
Resumen automático de textos	Generar versiones condensadas de documentos científicos extensos.	Modelos extractivos y abstractive summarization.	Agiliza la revisión de literatura y la identificación de hallazgos relevantes.	Riesgo de omitir información importante o alterar el contexto.	Revisión rápida de artículos y metaanálisis.
Extracción de información	Identificar automáticamente conceptos, variables, métodos y resultados.	Reconocimiento de entidades, minería de textos y análisis semántico.	Facilita la construcción de bases de conocimiento y revisiones automatizadas.	Dificultades con terminología ambigua o altamente especializada.	Extracción de variables para revisiones sistemáticas.
Traducción automática científica	Traducir documentos preservando el significado técnico.	Redes neuronales profundas y modelos de atención.	Incrementa el acceso a literatura internacional y favorece la colaboración global.	Posibles errores en terminología específica de determinadas disciplinas.	Traducción de artículos, tesis y documentos técnicos.
Análisis de sentimientos académicos	Identificar opiniones, percepciones o posturas expresadas en textos.	Clasificación semántica y aprendizaje profundo.	Permite estudiar tendencias y perspectivas en investigaciones cualitativas.	Resultados sensibles al contexto cultural y lingüístico.	Estudios sociales, educación y ciencias políticas.
Asistentes inteligentes para investigación	Apoyar la redacción, síntesis y explicación de contenidos científicos.	Modelos de lenguaje de gran escala (LLM).	Incrementa la productividad investigativa y agiliza tareas repetitivas.	Requiere verificación constante por posibles errores o alucinaciones.	Elaboración preliminar de textos, resúmenes y consultas metodológicas.
Análisis bibliométrico automatizado	Identificar tendencias, redes de colaboración e impacto científico.	Minería de textos, análisis de redes y PLN.	Facilita la evaluación de la producción científica y el estado del arte.	Depende de la cobertura y calidad de las bases bibliográficas.	Estudios cuantitativos y evaluación institucional.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura reciente sobre procesamiento del lenguaje natural, inteligencia artificial y análisis de información científica.

La información presentada evidencia que el procesamiento del lenguaje natural se ha convertido en un componente esencial para gestionar el creciente volumen de producción científica disponible a nivel mundial. Sus aplicaciones permiten automatizar procesos documentales complejos que anteriormente requerían una considerable inversión de tiempo por parte de los investigadores, favoreciendo una revisión bibliográfica más eficiente y una mejor organización del conocimiento (Fochler et al., 2025).

El avance de los modelos basados en transformadores y de los grandes modelos de lenguaje ha ampliado significativamente las posibilidades del PLN dentro de la investigación científica. Actualmente, estas tecnologías no solo recuperan información, sino que también interpretan el contenido de los documentos, generan resúmenes, identifican relaciones conceptuales y apoyan la redacción académica, incrementando la productividad de los equipos de investigación.

No obstante, la utilización de estas herramientas exige mantener criterios metodológicos rigurosos durante todas las fases del proceso investigativo. Los resultados obtenidos mediante algoritmos de procesamiento del lenguaje natural deben ser evaluados críticamente por especialistas, especialmente cuando intervienen tareas relacionadas con la interpretación de evidencias, la formulación de conclusiones o la elaboración de recomendaciones científicas (Bautista, 2022).

El procesamiento del lenguaje natural continuará evolucionando hacia modelos con mayor capacidad de comprensión contextual, razonamiento y explicación de sus resultados. Estos avances fortalecerán la investigación interdisciplinaria, facilitarán el acceso al conocimiento científico y contribuirán a desarrollar sistemas inteligentes capaces de apoyar la generación de evidencia confiable, siempre bajo la supervisión responsable de la comunidad académica.

1.5 Inteligencia artificial generativa y producción de conocimiento

La inteligencia artificial generativa representa uno de los avances más significativos de la inteligencia artificial contemporánea debido a su capacidad para crear contenido original a partir de patrones aprendidos durante el entrenamiento de modelos computacionales. A diferencia de los sistemas tradicionales, diseñados principalmente para clasificar o predecir información, los modelos generativos pueden producir textos, imágenes, códigos informáticos, audios, videos y otros recursos digitales con un elevado nivel de coherencia y calidad. Esta capacidad ha ampliado considerablemente las posibilidades de aplicación de la inteligencia artificial en diversos sectores, particularmente en el ámbito científico, donde contribuye a

optimizar procesos relacionados con la generación, organización y comunicación del conocimiento (Machamer et al., 2022).

El funcionamiento de la inteligencia artificial generativa se fundamenta en modelos de aprendizaje profundo entrenados con grandes volúmenes de información provenientes de múltiples fuentes. Durante este proceso, los algoritmos identifican relaciones estadísticas, estructuras lingüísticas, patrones semánticos y regularidades presentes en los datos de entrenamiento. Posteriormente, cuando reciben una instrucción o *prompt*, generan nuevas respuestas que mantienen coherencia con el contexto solicitado, sin limitarse a reproducir literalmente la información aprendida (Zona y Giraldo, 2017). Esta característica distingue a la inteligencia artificial generativa de otros sistemas automatizados y explica su creciente utilización en actividades relacionadas con la investigación científica y la producción académica.

Entre las arquitecturas más relevantes utilizadas en inteligencia artificial generativa destacan los modelos basados en transformadores (*Transformers*), las redes generativas antagónicas (*Generative Adversarial Networks* o GAN) y los modelos de difusión. Los transformadores han revolucionado el procesamiento del lenguaje natural gracias a su capacidad para comprender relaciones contextuales entre palabras y documentos completos. Por su parte, las GAN permiten generar imágenes sintéticas altamente realistas mediante la interacción competitiva entre dos redes neuronales, mientras que los modelos de difusión sobresalen por producir imágenes de alta calidad a partir de descripciones textuales. Cada una de estas arquitecturas responde a necesidades específicas dentro de los diferentes campos de la investigación (Ramón y Restrepo, 2023).

En el contexto científico, la inteligencia artificial generativa se ha convertido en una herramienta de apoyo para múltiples actividades académicas. Los investigadores la utilizan para elaborar resúmenes preliminares, sintetizar literatura especializada, identificar tendencias investigativas, traducir documentos científicos, generar código para análisis estadísticos, diseñar esquemas metodológicos y organizar información bibliográfica. Asimismo, facilita la redacción inicial de manuscritos, la elaboración de propuestas de investigación y la generación de materiales educativos relacionados con la divulgación científica. Estas aplicaciones permiten optimizar el tiempo dedicado a tareas repetitivas, favoreciendo una mayor concentración en el análisis crítico y la interpretación de los resultados.

Una de las principales contribuciones de la inteligencia artificial generativa consiste en fortalecer los procesos de revisión de literatura científica. El crecimiento exponencial de las publicaciones académicas dificulta que los investigadores revisen manualmente toda la información disponible sobre un tema determinado (Garritz, 2004). En este escenario, los modelos generativos facilitan la identificación de conceptos relevantes, la comparación entre investigaciones previas, la detección de vacíos en el conocimiento y la organización temática de grandes volúmenes documentales. Como resultado, los procesos de construcción del estado del arte se desarrollan con mayor rapidez y eficiencia, aunque siempre requieren una posterior validación por parte del investigador.

La generación de conocimiento científico mediante inteligencia artificial no implica la sustitución del pensamiento humano, sino el fortalecimiento de las capacidades analíticas de los investigadores. Estas herramientas funcionan como asistentes inteligentes capaces de procesar información en tiempos reducidos, identificar relaciones complejas y proponer alternativas que posteriormente deben ser evaluadas críticamente. La creatividad científica continúa dependiendo de la formulación de preguntas relevantes, del diseño metodológico adecuado y de la interpretación fundamentada de la evidencia disponible. En consecuencia, la inteligencia artificial generativa debe entenderse como un complemento tecnológico que amplía las posibilidades de investigación sin reemplazar el razonamiento científico (Fochler et al., 2025).

La calidad de los resultados obtenidos mediante inteligencia artificial generativa depende en gran medida de la formulación adecuada de las instrucciones proporcionadas al sistema. Este proceso, conocido como *prompt engineering* o ingeniería de instrucciones, consiste en diseñar consultas claras, específicas y contextualizadas que orienten correctamente la generación del contenido. Un *prompt* bien estructurado incrementa significativamente la precisión, coherencia y utilidad de las respuestas obtenidas. Por ello, el dominio de esta competencia se ha convertido en una habilidad relevante para investigadores, docentes y profesionales que incorporan herramientas generativas dentro de sus actividades académicas (Acevedo et al., 2017).

A pesar de sus numerosas ventajas, la inteligencia artificial generativa presenta limitaciones importantes que deben considerarse durante su utilización en investigación científica. Entre ellas destacan la posibilidad de generar información incorrecta o inventada, conocida como "alucinación", la reproducción de sesgos presentes en los datos de entrenamiento y la creación de referencias bibliográficas inexistentes. Asimismo, estos modelos no poseen comprensión

consciente del conocimiento que generan, sino que producen respuestas basadas en probabilidades estadísticas aprendidas durante su entrenamiento. Estas limitaciones hacen indispensable la revisión crítica y la verificación permanente de toda la información producida mediante herramientas generativas.

La utilización responsable de la inteligencia artificial generativa también requiere atender aspectos relacionados con la ética académica y la integridad científica. Diversas instituciones de educación superior, editoriales científicas y organismos internacionales han establecido recomendaciones para garantizar un uso transparente de estas tecnologías (Zona y Giraldo, 2017). Entre ellas destacan la obligación de declarar el empleo de herramientas de inteligencia artificial cuando hayan contribuido significativamente al desarrollo de una investigación, evitar atribuirles autoría científica y mantener la responsabilidad exclusiva del investigador sobre la veracidad, originalidad e interpretación de los resultados presentados. Estas prácticas fortalecen la confianza en la producción científica contemporánea.

Figura 2
¿Cómo utilizar la IA generativa en la investigación científica?



Nota.

Elaboración propia. La figura presenta recomendaciones para el uso responsable de la inteligencia artificial generativa en la investigación científica.

En los últimos años, la inteligencia artificial generativa ha impulsado importantes transformaciones en la colaboración científica internacional. Investigadores pertenecientes a distintas disciplinas utilizan estas herramientas para compartir información, desarrollar proyectos colaborativos, traducir documentos especializados y analizar datos provenientes de diversas fuentes geográficas. Esta capacidad favorece el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias y acelera la circulación del conocimiento entre comunidades científicas de diferentes países. Además, facilita el acceso de investigadores emergentes a recursos tecnológicos que anteriormente requerían elevados niveles de especialización informática, promoviendo una mayor democratización de la actividad científica (Botella y Ramos, 2019).

La inteligencia artificial generativa continuará desempeñando un papel cada vez más relevante en la producción de conocimiento científico. La evolución de los modelos de lenguaje, la incorporación de sistemas multimodales y el desarrollo de agentes inteligentes especializados permitirán automatizar procesos investigativos de creciente complejidad. Sin embargo, el verdadero valor de estas tecnologías dependerá de su integración con el pensamiento crítico, el rigor metodológico y los principios éticos que sustentan la investigación científica. La combinación equilibrada entre inteligencia humana e inteligencia artificial favorecerá una ciencia más eficiente, colaborativa, innovadora y orientada a resolver los desafíos sociales, tecnológicos y ambientales del futuro.

1.6 Integración de la inteligencia artificial en el proceso investigativo

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el proceso investigativo ha transformado la manera en que se planifican, ejecutan y comunican las investigaciones científicas. Tradicionalmente, el desarrollo de un estudio implicaba numerosas actividades manuales relacionadas con la búsqueda bibliográfica, organización documental, análisis de datos y elaboración de informes. Actualmente, las herramientas basadas en inteligencia artificial permiten automatizar gran parte de estos procedimientos, incrementando la eficiencia y reduciendo el tiempo requerido para completar cada etapa del proceso científico. No obstante, la incorporación de estas tecnologías no modifica los fundamentos metodológicos de la investigación, sino que fortalece la capacidad del investigador para analizar información, identificar patrones y tomar decisiones fundamentadas en evidencia (Bachelard, 1938).

El proceso investigativo comprende una secuencia de fases interrelacionadas que pueden beneficiarse del uso de herramientas inteligentes. Durante la formulación del problema, la inteligencia artificial facilita la identificación de vacíos en el conocimiento mediante el análisis

automatizado de literatura científica. En la elaboración del marco teórico, permite localizar publicaciones relevantes, organizar referencias bibliográficas y sintetizar grandes volúmenes de información (Duedra et al., 2020). Posteriormente, durante el diseño metodológico, contribuye a seleccionar técnicas de análisis, estructurar instrumentos de recolección de datos y proponer estrategias de procesamiento acordes con los objetivos planteados. Esta integración favorece investigaciones más sistemáticas y sustentadas en información actualizada.

Durante las etapas de recolección y análisis de datos, la inteligencia artificial adquiere un papel especialmente relevante debido a su capacidad para procesar grandes cantidades de información en tiempos reducidos. Algoritmos de aprendizaje automático, minería de datos y procesamiento del lenguaje natural permiten identificar relaciones entre variables, detectar valores atípicos, clasificar información cualitativa y construir modelos predictivos con elevados niveles de precisión. Estas capacidades amplían significativamente las posibilidades analíticas del investigador, especialmente en estudios que involucran bases de datos extensas o información proveniente de múltiples fuentes digitales. Sin embargo, la calidad de los resultados continúa dependiendo de la rigurosidad metodológica con la que se desarrollen los procedimientos científicos (Palamidessi et al., 2014).

La comunicación de los resultados también se ha visto fortalecida mediante el uso de inteligencia artificial. Actualmente existen aplicaciones capaces de generar visualizaciones dinámicas, resumir hallazgos, apoyar la redacción académica, traducir documentos científicos y verificar aspectos relacionados con la gramática, coherencia y formato editorial. Estas herramientas facilitan la difusión del conocimiento científico y favorecen la colaboración entre investigadores de diferentes contextos lingüísticos y disciplinarios. No obstante, toda la información generada debe ser revisada críticamente por los autores, quienes mantienen la responsabilidad sobre la exactitud, originalidad y validez de los contenidos publicados (Blanco y Mesa, 2022).

La integración de la inteligencia artificial en el proceso investigativo representa una oportunidad para fortalecer la calidad, eficiencia y alcance de la producción científica. Sin embargo, su implementación debe desarrollarse bajo principios de transparencia, ética e integridad académica. El investigador continúa desempeñando un papel central en la formulación de preguntas, el diseño metodológico, la interpretación de resultados y la construcción del conocimiento científico. En consecuencia, la inteligencia artificial debe entenderse como una herramienta de apoyo que complementa las capacidades humanas,

favoreciendo investigaciones más rigurosas, reproducibles e innovadoras en un entorno caracterizado por el crecimiento continuo de la información científica (Morin, 1999).

Tabla 3

Integración de la inteligencia artificial en las fases del proceso investigativo

Fase del proceso investigativo	Actividades principales	Aplicaciones de inteligencia artificial	Herramientas o tecnologías utilizadas	Beneficios obtenidos	Consideraciones metodológicas
Identificación del problema	Exploración temática, detección de vacíos y formulación de preguntas.	Análisis automatizado de literatura, identificación de tendencias y mapas temáticos.	Procesamiento del lenguaje natural (PLN), minería de textos y modelos de lenguaje.	Reduce el tiempo de exploración y facilita la identificación de problemas relevantes.	Verificar la actualidad y calidad de las fuentes consultadas.
Revisión de literatura	Localización, selección y organización de publicaciones científicas.	Búsqueda semántica, clasificación documental y generación de resúmenes.	Bases de datos inteligentes, gestores bibliográficos y asistentes de IA.	Optimiza la construcción del estado del arte y evita duplicidad de información.	Validar manualmente la pertinencia de los documentos recuperados.
Diseño metodológico	Selección del enfoque, técnicas, instrumentos y procedimientos.	Sugerencias metodológicas, diseño de instrumentos y simulación de escenarios.	Modelos generativos y plataformas de apoyo metodológico.	Facilita la planificación y organización del estudio.	Las decisiones metodológicas corresponden exclusivamente al investigador.
Recolección de datos	Captura de información cuantitativa y cualitativa.	Automatización de encuestas, reconocimiento de voz, captura de imágenes y extracción documental.	Formularios inteligentes, visión artificial, OCR y chatbots.	Incrementa la velocidad y precisión en la recopilación de datos.	Garantizar consentimiento informado y protección de datos personales.
Procesamiento de datos	Organización, limpieza y transformación de la información.	Depuración automática, detección de inconsistencias y normalización de datos.	Aprendizaje automático, minería de datos y herramientas ETL.	Mejora la calidad de las bases de datos y reduce errores humanos.	Revisar los cambios realizados por los algoritmos antes del análisis.
Análisis e interpretación	Aplicación de métodos	Modelos predictivos, clasificación,	Machine Learning, Deep	Incrementa la capacidad para	Interpretar los resultados considerando el

Fase del proceso investigativo	Actividades principales	Aplicaciones de inteligencia artificial	Herramientas o tecnologías utilizadas	Beneficios obtenidos	Consideraciones metodológicas
	estadísticos o cualitativos.	agrupamiento y análisis semántico.	Learning y software analítico con IA.	identificar patrones complejos.	contexto científico del estudio.
Elaboración del informe	Redacción, edición, visualización y presentación de resultados.	Asistencia en escritura académica, generación de gráficos y revisión lingüística.	Modelos de lenguaje, herramientas de visualización y correctores inteligentes.	Mejora la calidad comunicativa y agiliza la elaboración del manuscrito.	Declarar el uso de IA y verificar toda la información generada.
Difusión científica	Publicación, divulgación y transferencia del conocimiento.	Traducción, adaptación de contenidos y análisis del impacto científico.	Plataformas de traducción neuronal, bibliometría y analítica científica.	Amplía la visibilidad internacional y facilita la colaboración académica.	Mantener criterios éticos y respetar la propiedad intelectual.

Nota. Elaboración propia a partir de la literatura reciente sobre inteligencia artificial, metodología de la investigación y transformación digital de la ciencia.

La información sintetizada en la tabla evidencia que la inteligencia artificial puede incorporarse de manera transversal en todas las fases del proceso investigativo. Su principal aporte consiste en automatizar actividades repetitivas, optimizar el procesamiento de grandes volúmenes de información y fortalecer la capacidad analítica del investigador, sin alterar la estructura metodológica que caracteriza a la investigación científica (Machamer et al., 2022).

La integración efectiva de estas herramientas requiere que los investigadores desarrollen competencias digitales relacionadas con la selección, evaluación y utilización crítica de aplicaciones basadas en inteligencia artificial. Asimismo, resulta indispensable comprender las fortalezas y limitaciones de cada tecnología para emplearla de manera pertinente según el tipo de investigación, los objetivos planteados y la naturaleza de los datos analizados.

Otro aspecto fundamental corresponde a la necesidad de preservar la transparencia y la reproducibilidad del proceso científico. Aunque la inteligencia artificial facilita numerosas tareas metodológicas, todas las decisiones relacionadas con la formulación del problema, la interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones deben permanecer bajo la

responsabilidad directa del investigador, garantizando la validez y confiabilidad del estudio (Hu, 2021).

1.7 Beneficios y limitaciones de la inteligencia artificial en la ciencia

La inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una de las tecnologías con mayor impacto en el desarrollo científico contemporáneo. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información, identificar patrones complejos y automatizar procesos ha transformado la manera en que se realizan las investigaciones en diversas áreas del conocimiento. Desde las ciencias naturales hasta las ciencias sociales, la IA contribuye a optimizar actividades relacionadas con la búsqueda de información, el análisis de datos, la generación de modelos predictivos y la comunicación de resultados. Como consecuencia, los investigadores disponen de herramientas que fortalecen la eficiencia del trabajo científico y amplían las posibilidades para abordar problemas de creciente complejidad (Falcón y Serpa, 2021).

Uno de los principales beneficios de la inteligencia artificial radica en su capacidad para acelerar el procesamiento y análisis de información. En la actualidad, la producción científica mundial crece de forma exponencial, generando millones de artículos, bases de datos y documentos especializados cada año. La revisión manual de esta información resulta prácticamente imposible, por lo que los sistemas inteligentes permiten localizar publicaciones relevantes, clasificar documentos, identificar tendencias investigativas y sintetizar evidencias en tiempos significativamente menores. Esta automatización facilita la construcción del estado del arte y mejora la calidad de las decisiones adoptadas durante las primeras etapas del proceso investigativo (Ramón y Restrepo, 2023).

Otro aporte relevante consiste en el fortalecimiento de la capacidad analítica mediante algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo. Estas tecnologías permiten descubrir relaciones no evidentes entre variables, construir modelos predictivos y generar inferencias a partir de conjuntos de datos de gran tamaño (Zemelman, 2021). En disciplinas como medicina, biología, ingeniería, economía, educación y ciencias ambientales, la inteligencia artificial ha permitido desarrollar investigaciones más precisas al identificar patrones que difícilmente podrían detectarse mediante métodos estadísticos tradicionales. De esta manera, se incrementa la capacidad para formular hipótesis, validar teorías y proponer soluciones fundamentadas en evidencia científica.

La inteligencia artificial también favorece la automatización de tareas repetitivas que anteriormente consumían una parte importante del tiempo de los investigadores. Actividades

como la organización de referencias bibliográficas, la limpieza de bases de datos, la transcripción de entrevistas, la clasificación documental, la generación de gráficos y la revisión preliminar de textos pueden realizarse mediante herramientas inteligentes con elevados niveles de rapidez y precisión. Esta automatización permite que los científicos concentren mayores esfuerzos en actividades de análisis crítico, interpretación de resultados y construcción de conocimiento, fortaleciendo así la productividad académica y la eficiencia institucional (Vélez y Ruíz, 2021).

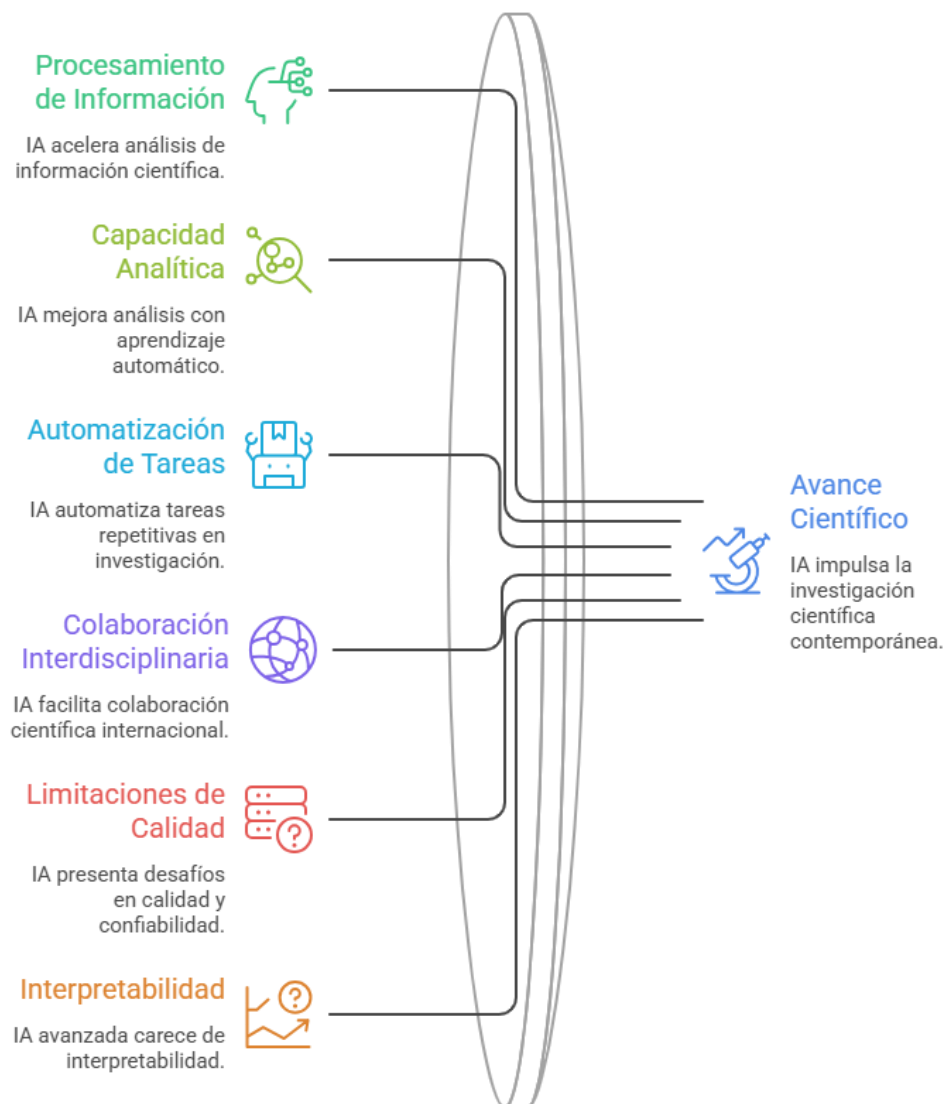
Un beneficio adicional corresponde al impulso de la investigación interdisciplinaria y la colaboración científica internacional. Las plataformas basadas en inteligencia artificial facilitan el intercambio de información entre investigadores pertenecientes a diferentes disciplinas y países, permitiendo integrar datos provenientes de múltiples fuentes y construir modelos colaborativos de investigación. Asimismo, las herramientas de traducción automática, análisis semántico y procesamiento del lenguaje natural reducen las barreras idiomáticas que tradicionalmente dificultaban el acceso al conocimiento científico. Este escenario favorece una ciencia más abierta, colaborativa y orientada a resolver problemas globales mediante enfoques multidisciplinarios (Humpiri y Humpri, 2021).

No obstante, junto a estos beneficios también emergen importantes limitaciones relacionadas con la calidad y confiabilidad de los resultados generados por la inteligencia artificial. Los algoritmos dependen directamente de la información utilizada durante su entrenamiento, por lo que datos incompletos, desactualizados o sesgados pueden conducir a conclusiones incorrectas. Además, algunos modelos generan respuestas plausibles desde el punto de vista lingüístico, pero carentes de sustento científico, fenómeno conocido como "alucinación". Estas limitaciones hacen indispensable que los investigadores verifiquen permanentemente toda la información obtenida mediante sistemas inteligentes antes de incorporarla a sus estudios (Ugarte y Parra, 2021).

Otra limitación significativa está relacionada con la escasa interpretabilidad de algunos modelos avanzados de inteligencia artificial. Los sistemas basados en aprendizaje profundo suelen funcionar como "cajas negras", debido a que resulta difícil comprender con exactitud cómo llegan a determinadas predicciones o decisiones. Esta falta de transparencia representa un desafío para la investigación científica, donde la reproducibilidad y la explicación metodológica constituyen principios fundamentales. En consecuencia, la comunidad científica promueve el desarrollo de modelos de inteligencia artificial explicable (*Explainable Artificial*

Intelligence), capaces de ofrecer resultados comprensibles y verificables por parte de los investigadores (Obregón, 2002).

Figura 3
El Impacto Transformador de la IA en la Ciencia



Elaboración propia. La figura resume el impacto de la inteligencia artificial en la investigación científica.

La utilización de inteligencia artificial también plantea desafíos éticos relacionados con la integridad científica, la autoría académica y la protección de la propiedad intelectual. El uso inadecuado de herramientas generativas puede favorecer prácticas como el plagio, la fabricación de información o la elaboración de manuscritos sin el debido control científico. Además, existe preocupación sobre el uso de datos personales durante el entrenamiento de algunos modelos y sobre la posibilidad de reproducir sesgos sociales presentes en las bases de datos utilizadas. Estas situaciones resaltan la necesidad de establecer normas claras que regulen

el empleo responsable de la inteligencia artificial dentro de la actividad investigativa (Duedra et al., 2020).

Otro aspecto que limita la adopción generalizada de la inteligencia artificial corresponde a las diferencias en infraestructura tecnológica y competencias digitales entre instituciones académicas. El desarrollo y utilización de modelos avanzados requieren acceso a equipos de alto rendimiento, servicios de computación en la nube, bases de datos especializadas y personal con formación en ciencia de datos e inteligencia artificial. Muchas universidades y centros de investigación, especialmente en países en desarrollo, enfrentan restricciones presupuestarias que dificultan la incorporación de estas tecnologías. Reducir esta brecha constituye uno de los principales retos para garantizar una ciencia más equitativa e inclusiva (Popper, 1963).

Frente a este escenario, resulta evidente que el aprovechamiento de la inteligencia artificial depende del desarrollo de competencias investigativas y digitales por parte de la comunidad científica. Los investigadores necesitan comprender el funcionamiento general de estas herramientas, interpretar adecuadamente sus resultados, reconocer sus limitaciones y aplicar criterios metodológicos rigurosos durante todo el proceso investigativo. Asimismo, las instituciones de educación superior deben promover programas de formación permanente que fortalezcan las capacidades relacionadas con el uso ético y responsable de la inteligencia artificial, favoreciendo una integración equilibrada entre innovación tecnológica y rigor científico (Fochler et al., 2025).

La inteligencia artificial ofrece oportunidades sin precedentes para fortalecer la producción de conocimiento científico mediante la automatización de procesos, el análisis avanzado de datos y la optimización de la investigación interdisciplinaria. Sin embargo, sus beneficios solo pueden aprovecharse plenamente cuando se utilizan bajo principios de transparencia, integridad académica y supervisión humana permanente. Más que sustituir al investigador, la inteligencia artificial amplía sus capacidades analíticas y metodológicas, permitiendo desarrollar investigaciones más eficientes, reproducibles e innovadoras (Calva et al., 2018). El futuro de la ciencia dependerá de la capacidad para integrar estas tecnologías de manera crítica, ética y responsable, garantizando que el conocimiento generado continúe sustentándose en el juicio científico y la evidencia verificable.

A vertical strip on the left side of the page. The top part shows a close-up of a microscope's objective lens and stage. Below that is a glowing green molecular structure with spheres and connecting lines. At the bottom is a DNA double helix. The background of this strip is a mix of teal and white geometric shapes.

Capítulo

02.

**Herramientas inteligentes
para la investigación
científica**

A large, faint network diagram in the bottom right corner. It consists of numerous small teal dots connected by thin, light grey lines, forming a complex web-like structure that suggests a global or interconnected network.

2.1 Plataformas de inteligencia artificial para la búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica constituye una de las etapas fundamentales del proceso de investigación científica, ya que permite identificar el conocimiento existente sobre un tema, reconocer vacíos en la literatura y fundamentar teóricamente un estudio. Tradicionalmente, esta actividad requería revisar manualmente numerosas bases de datos y documentos científicos, demandando una considerable inversión de tiempo. En la actualidad, el desarrollo de plataformas basadas en inteligencia artificial ha transformado este proceso mediante la incorporación de algoritmos capaces de interpretar consultas semánticas, identificar relaciones entre investigaciones y recuperar información altamente relevante. Estas herramientas incrementan la eficiencia del investigador y favorecen una revisión documental más completa, precisa y actualizada (Blanco y Mesa, 2022).

Las plataformas de búsqueda bibliográfica apoyadas por inteligencia artificial utilizan técnicas de procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático y análisis semántico para comprender el significado de las consultas realizadas por los usuarios. A diferencia de los motores tradicionales basados únicamente en palabras clave, estos sistemas identifican conceptos relacionados, sinónimos, contextos disciplinares y conexiones temáticas entre diferentes publicaciones (Duedra et al., 2020). Como resultado, ofrecen recomendaciones personalizadas, priorizan investigaciones de mayor relevancia y facilitan la exploración de nuevas líneas de estudio. Esta capacidad resulta especialmente útil frente al crecimiento exponencial de la producción científica mundial, que dificulta la revisión manual de toda la literatura disponible.

Otra característica importante de estas plataformas consiste en su capacidad para analizar redes de citación y relaciones entre autores, instituciones y áreas del conocimiento. Mediante algoritmos inteligentes, los investigadores pueden identificar publicaciones altamente influyentes, detectar tendencias emergentes y conocer la evolución histórica de un determinado tema de investigación (Hu, 2021). Asimismo, muchas plataformas incorporan funciones de resumen automático, clasificación temática, extracción de conceptos clave y sugerencias de artículos relacionados, permitiendo optimizar la construcción del estado del arte y mejorar la fundamentación teórica de los estudios científicos.

La incorporación de inteligencia artificial en la búsqueda bibliográfica también favorece el desarrollo de revisiones sistemáticas, revisiones de alcance y estudios bibliométricos. Diversas herramientas automatizan procesos como la eliminación de documentos duplicados, el filtrado

preliminar de estudios, la organización de referencias y la clasificación de publicaciones según criterios metodológicos previamente definidos. Estas funcionalidades reducen significativamente la carga operativa del investigador y mejoran la reproducibilidad de los procedimientos documentales. Sin embargo, la selección definitiva de las evidencias científicas continúa dependiendo del análisis crítico realizado por el equipo investigador (Bachelard, 1938).

A pesar de sus numerosas ventajas, las plataformas de inteligencia artificial para la búsqueda bibliográfica presentan limitaciones relacionadas con la cobertura de las bases de datos, la actualización de los contenidos y la precisión de los algoritmos de recomendación. Algunas herramientas pueden priorizar publicaciones ampliamente citadas y omitir investigaciones recientes o desarrolladas en idiomas distintos al inglés (Hu, 2021). Además, la calidad de los resultados depende de la adecuada formulación de las consultas realizadas por el usuario y de la correcta interpretación de las sugerencias proporcionadas por el sistema. Por ello, estas plataformas deben utilizarse como herramientas de apoyo que complementan, pero no sustituyen, la evaluación crítica y metodológica del investigador.

Tabla 4

Principales plataformas de inteligencia artificial para la búsqueda bibliográfica y sus características metodológicas

Plataforma	Tipo de herramienta	Funciones basadas en IA	Principales ventajas	Limitaciones	Aplicaciones en investigación científica
Semantic Scholar	Motor de búsqueda científica inteligente	Análisis semántico, clasificación automática, recomendaciones y resúmenes de artículos.	Identifica publicaciones relevantes mediante comprensión contextual del contenido.	Algunas áreas poseen menor cobertura documental.	Revisión de literatura, identificación de artículos clave y análisis de citas.
Scite	Plataforma de análisis de citas	Clasificación inteligente de citas como apoyo, contraste o mención.	Permite evaluar la calidad e impacto de las evidencias científicas.	Mayor cobertura en publicaciones indexadas internacionalmente.	Evaluación crítica de referencias y revisión sistemática.
Connected Papers	Visualización de redes bibliográficas	Construcción automática de mapas de	Facilita identificar antecedentes y	No sustituye la búsqueda	Elaboración del estado del

Plataforma	Tipo de herramienta	Funciones basadas en IA	Principales ventajas	Limitaciones	Aplicaciones en investigación científica
ResearchRabbit	Exploración inteligente de literatura	relaciones entre investigaciones.	trabajos relacionados.	bibliográfica tradicional.	arte y análisis temático.
		Recomendaciones automáticas, seguimiento de autores y descubrimiento de publicaciones relacionadas.	Actualización continua y exploración dinámica de nuevas investigaciones.	Requiere aprendizaje inicial para aprovechar todas sus funciones.	Vigilancia científica y seguimiento de líneas de investigación.
Elicit	Asistente de revisión bibliográfica	Responde preguntas científicas mediante extracción automatizada de información.	Agiliza revisiones preliminares y síntesis de evidencia.	Los resultados deben verificarse con las fuentes originales.	Revisiones sistemáticas, formulación de preguntas y síntesis documental.
Consensus	Motor de búsqueda basado en evidencia	Recuperación semántica y síntesis automática de respuestas científicas.	Facilita respuestas fundamentadas en publicaciones académicas.	Puede simplificar excesivamente temas complejos.	Consultas rápidas sobre evidencia científica disponible.
Dimensions	Plataforma integral de investigación	Análisis bibliométrico, redes de citación e indicadores científicos asistidos por IA.	Integra publicaciones, proyectos, patentes y financiamiento.	Algunas funciones avanzadas requieren suscripción institucional.	Estudios bibliométricos y evaluación de producción científica.
Lens	Plataforma de ciencia abierta	Integración de publicaciones, patentes y análisis automatizado de innovación.	Relaciona investigación científica con desarrollo tecnológico.	La cobertura puede variar según el área disciplinar.	Investigación aplicada, innovación y transferencia tecnológica.

Nota. Elaboración propia con base en las principales plataformas de inteligencia artificial utilizadas para la recuperación, organización y análisis de literatura científica.

La diversidad de plataformas disponibles demuestra que la inteligencia artificial ha transformado significativamente los procesos de búsqueda bibliográfica. Actualmente, los investigadores pueden localizar información científica mediante consultas semánticas, analizar

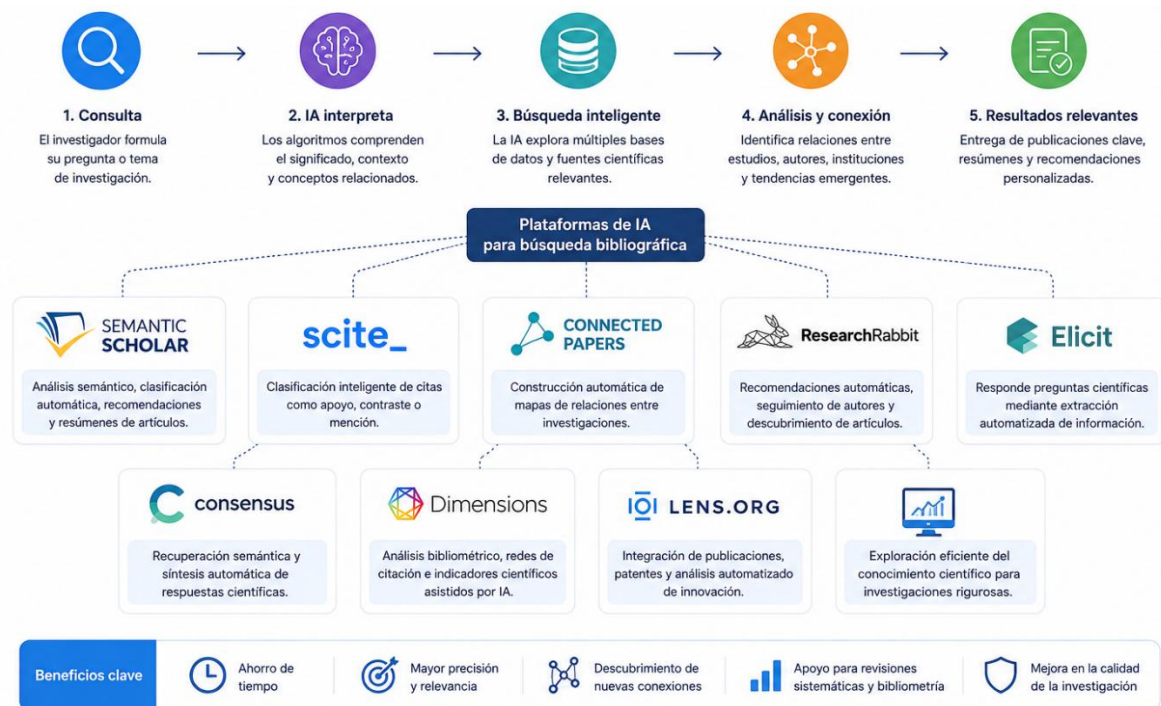
redes de citación y descubrir publicaciones relacionadas con mayor rapidez que utilizando exclusivamente motores de búsqueda convencionales. Estas capacidades fortalecen la calidad de las revisiones documentales y favorecen una mejor comprensión del estado del conocimiento (Fochler et al., 2025).

La incorporación de algoritmos inteligentes también ha permitido que las búsquedas bibliográficas evolucionen desde estrategias basadas únicamente en palabras clave hacia sistemas capaces de comprender el contexto de las consultas. Como consecuencia, los investigadores obtienen resultados más pertinentes y pueden identificar conexiones entre estudios que anteriormente resultaban difíciles de detectar mediante procedimientos tradicionales.

No obstante, ninguna plataforma garantiza por sí sola la exhaustividad o la calidad metodológica de una revisión de literatura. La combinación de diferentes herramientas, junto con la utilización de bases de datos especializadas y criterios rigurosos de inclusión y exclusión, continúa siendo una práctica indispensable para desarrollar investigaciones científicas confiables y reproducibles (Giordano, 2023).

Figura 4

Proceso y principales plataformas de inteligencia artificial para la búsqueda bibliográfica.



Nota. Elaboración propia. La figura representa el flujo general de la búsqueda bibliográfica asistida por inteligencia artificial y presenta algunas de las plataformas más utilizadas para localizar, analizar y organizar literatura científica.

2.2 Gestores inteligentes de referencias y documentos científicos

Los gestores inteligentes de referencias y documentos científicos constituyen herramientas fundamentales para la organización, almacenamiento y administración de la información bibliográfica durante el desarrollo de una investigación. Su principal función consiste en facilitar la recopilación, clasificación y recuperación de artículos científicos, libros, tesis, actas de congresos y otros recursos académicos, permitiendo mantener un control sistemático de las fuentes consultadas (Garritz, 2004). Con la incorporación de la inteligencia artificial, estas plataformas han evolucionado desde simples organizadores bibliográficos hacia sistemas capaces de automatizar tareas como la identificación de metadatos, la clasificación temática, la recomendación de literatura y la generación automática de citas y referencias conforme a diferentes estilos de publicación.

El funcionamiento de estos gestores inteligentes se basa en algoritmos de procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático y reconocimiento automático de documentos. Cuando el investigador incorpora un archivo PDF o un identificador digital como el DOI, el sistema extrae automáticamente la información bibliográfica, identifica autores, título, revista, año de publicación y otros metadatos relevantes. Posteriormente, organiza los documentos en bibliotecas digitales personalizadas y permite etiquetarlos, agruparlos por proyectos, añadir anotaciones y realizar búsquedas internas mediante palabras clave o criterios temáticos. Estas funcionalidades reducen significativamente el tiempo destinado a la organización documental y disminuyen los errores asociados con la elaboración manual de referencias bibliográficas (Jaramillo y Valverde, 2025).

La inteligencia artificial también ha fortalecido la capacidad de estos gestores para apoyar el análisis documental durante la investigación. Diversas plataformas incorporan funciones que permiten recomendar artículos relacionados, detectar publicaciones similares, identificar autores influyentes y sugerir nuevas líneas de lectura a partir de los documentos almacenados por el usuario. Asimismo, algunos sistemas integran asistentes inteligentes que generan resúmenes automáticos, extraen conceptos clave y facilitan la localización de información específica dentro de grandes colecciones documentales. Estas capacidades mejoran la eficiencia de la revisión bibliográfica y favorecen una comprensión más amplia del estado del conocimiento sobre un determinado tema de investigación.

Otra ventaja importante de los gestores inteligentes radica en su integración con procesadores de texto y plataformas de escritura científica. Actualmente, la mayoría de estas herramientas

permite insertar citas durante la redacción de manuscritos y generar automáticamente listas de referencias en estilos como APA, Vancouver, IEEE, Chicago, MLA y otros formatos internacionales. Además, cuando el investigador modifica una cita o incorpora nuevas fuentes, el gestor actualiza automáticamente toda la bibliografía del documento, garantizando coherencia y reduciendo errores de formato. Esta automatización resulta especialmente valiosa en investigaciones con un elevado número de referencias bibliográficas (Fochler et al., 2025).

A pesar de sus múltiples beneficios, los gestores inteligentes presentan ciertas limitaciones que requieren la supervisión permanente del investigador. La extracción automática de metadatos puede contener errores cuando los documentos presentan información incompleta o formatos poco estandarizados. Asimismo, las recomendaciones generadas por los algoritmos dependen de la calidad de las bases de datos utilizadas y pueden omitir publicaciones relevantes pertenecientes a determinadas disciplinas o idiomas. Por ello, aunque estas herramientas incrementan considerablemente la productividad investigativa, la revisión manual de las referencias y la validación de la información bibliográfica continúan siendo actividades indispensables para garantizar la calidad y confiabilidad de la producción científica (Bachelard, 1938).

Tabla 5

Comparación de gestores inteligentes de referencias y documentos científicos utilizados en investigación

Gestor bibliográfico	Tipo de plataforma	Funciones basadas en inteligencia artificial	Ventajas principales	Limitaciones	Aplicaciones en investigación científica
Zotero	Código abierto y multiplataforma	Extracción automática de metadatos, organización inteligente y detección de duplicados.	Gratuito, fácil de usar y amplia compatibilidad con navegadores.	Espacio de almacenamiento limitado en la versión gratuita.	Gestión bibliográfica, revisiones sistemáticas y elaboración de referencias en APA, Vancouver y otros estilos.
Mendeley	Gestor bibliográfico con red académica	Identificación automática de referencias, sugerencias de artículos y sincronización en la nube.	Permite colaboración entre investigadores y almacenamiento compartido.	Algunas funciones avanzadas requieren suscripción.	Organización documental y trabajo colaborativo en proyectos científicos.

Gestor bibliográfico	Tipo de plataforma	Funciones basadas en inteligencia artificial	Ventajas principales	Limitaciones	Aplicaciones en investigación científica
EndNote	Gestor profesional de referencias	Organización automatizada, búsqueda en bases de datos y actualización inteligente de bibliografías.	Amplia capacidad para proyectos de gran volumen documental.	Software comercial con licencia de pago.	Investigaciones institucionales, revisiones sistemáticas y publicaciones científicas.
Paperpile	Gestor bibliográfico basado en la nube	Clasificación automática, organización de archivos PDF e integración con Google Workspace.	Interfaz sencilla y sincronización en línea.	Requiere suscripción y depende de servicios en la nube.	Gestión documental y escritura colaborativa.
ReadCube Papers	Plataforma inteligente de lectura científica	Recomendación de artículos, organización automática y enriquecimiento de metadatos.	Excelente experiencia de lectura y descubrimiento de literatura.	Funciones completas disponibles mediante licencia.	Exploración bibliográfica y actualización científica continua.
Qiqqa	Gestor documental con análisis bibliográfico	Indexación automática, reconocimiento de texto completo y minería documental.	Adecuado para grandes colecciones de documentos.	Interfaz menos intuitiva que otras plataformas.	Organización de bibliotecas personales y análisis documental avanzado.
JabRef	Gestor especializado en BibTeX	Organización automática de referencias y búsqueda inteligente de metadatos.	Gratuito y ampliamente utilizado en áreas técnicas.	Orientado principalmente a usuarios de LaTeX.	Ingeniería, informática y publicaciones científicas técnicas.
Citavi	Gestor de referencias y planificación investigativa	Organización bibliográfica, gestión de tareas y clasificación temática inteligente.	Integra referencias, notas y planificación del proyecto de investigación.	Algunas funciones están limitadas a determinados sistemas operativos.	Administración integral de proyectos científicos y elaboración de manuscritos.

Nota. Elaboración propia con base en las principales plataformas de gestión bibliográfica utilizadas en investigación científica y sus funcionalidades apoyadas por inteligencia artificial.

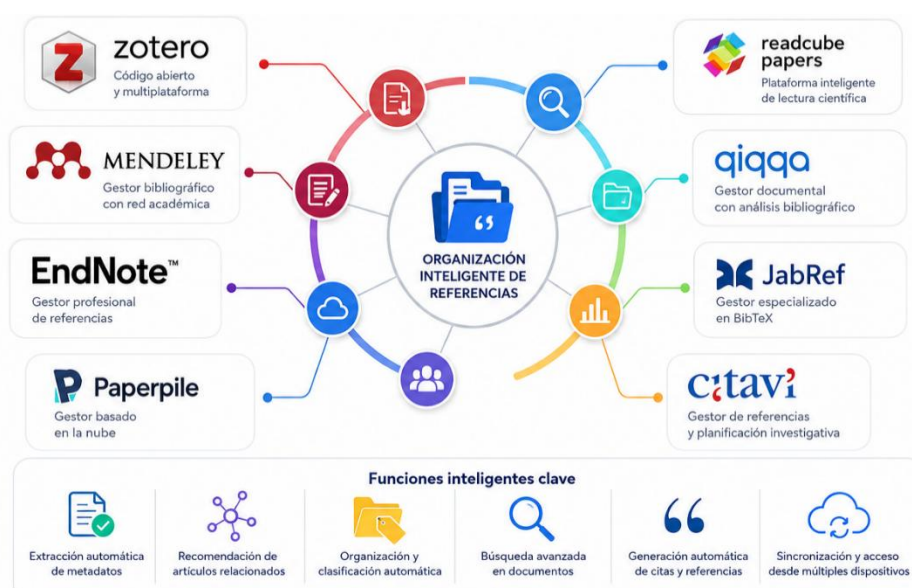
La comparación presentada evidencia que los gestores inteligentes han evolucionado más allá de la simple administración de referencias bibliográficas. Actualmente, integran funciones de inteligencia artificial que automatizan la organización documental, facilitan el descubrimiento de nueva literatura y optimizan la elaboración de manuscritos científicos. Estas capacidades incrementan la productividad investigativa y reducen significativamente el tiempo destinado a actividades administrativas (Bautista, 2022).

La selección del gestor más apropiado depende de diversos factores, entre ellos la disciplina científica, el volumen de información manejado, el tipo de proyecto, la necesidad de trabajo colaborativo y la compatibilidad con otras herramientas utilizadas durante la investigación. En muchos casos, la combinación de varios gestores y plataformas especializadas permite aprovechar mejor las fortalezas de cada sistema y construir flujos de trabajo más eficientes (Mujica, 2021).

Aunque estas herramientas automatizan numerosas tareas, la responsabilidad sobre la calidad de las referencias bibliográficas continúa recayendo en el investigador. La revisión de metadatos, la verificación de citas y la comprobación de la correspondencia entre las referencias y las fuentes originales siguen siendo procedimientos indispensables para garantizar la precisión y la integridad de la producción científica.

Figura 5

Gestores inteligentes de referencias y documentos científicos y sus principales funcionalidades.



Nota. Elaboración propia. La figura muestra los principales gestores bibliográficos basados en inteligencia artificial y las funciones que automatizan la organización, recuperación y gestión de referencias científicas.

2.3 Herramientas para la revisión y síntesis de literatura

La revisión y síntesis de literatura constituye una fase esencial del proceso de investigación científica, ya que permite conocer el estado actual del conocimiento, identificar vacíos investigativos y fundamentar teóricamente un estudio. El crecimiento acelerado de la producción científica ha incrementado considerablemente la cantidad de documentos que los investigadores deben analizar, dificultando la realización de revisiones exhaustivas mediante procedimientos exclusivamente manuales (De la Cruz, 2017). En este contexto, las herramientas basadas en inteligencia artificial han adquirido un papel estratégico al automatizar actividades relacionadas con la búsqueda, selección, organización y análisis de publicaciones académicas. Estas tecnologías permiten optimizar la revisión documental sin sustituir el análisis crítico que corresponde al investigador.

Las herramientas inteligentes destinadas a la revisión de literatura emplean algoritmos de procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático, análisis semántico y minería de textos para comprender el contenido de los documentos científicos. A diferencia de los motores tradicionales de búsqueda, estas plataformas analizan el significado contextual de los textos, identifican relaciones entre investigaciones y generan recomendaciones basadas en similitudes temáticas. Además, pueden clasificar automáticamente artículos según su nivel de relevancia, resumir información extensa, identificar conceptos clave y extraer variables metodológicas de manera automatizada. Estas funciones reducen significativamente el tiempo requerido para desarrollar revisiones narrativas, sistemáticas o bibliométricas (Figuerola et al., 2020).

Otra contribución importante de estas herramientas consiste en facilitar la síntesis de evidencia científica. Los sistemas inteligentes permiten comparar resultados provenientes de múltiples investigaciones, identificar coincidencias y discrepancias entre autores, organizar la información por categorías temáticas y elaborar matrices comparativas de literatura. Asimismo, algunos programas generan resúmenes estructurados que sintetizan objetivos, metodologías, muestras, principales hallazgos y conclusiones de los estudios analizados. Esta capacidad favorece una comprensión más integral del conocimiento disponible y fortalece la calidad metodológica de la fundamentación teórica utilizada en los proyectos de investigación (Jaramillo y Valverde, 2025).

Las herramientas de inteligencia artificial también contribuyen al desarrollo de revisiones sistemáticas mediante la automatización de diversas etapas del proceso metodológico. Entre

sus aplicaciones destacan la eliminación de registros duplicados, el filtrado preliminar de estudios según criterios de inclusión y exclusión, la clasificación temática de documentos y la extracción automatizada de información relevante (Mujica, 2021). Estas funcionalidades mejoran la eficiencia del proceso de revisión y aumentan la reproducibilidad de los procedimientos documentales. Sin embargo, la evaluación crítica de la calidad metodológica de los estudios seleccionados continúa siendo una responsabilidad exclusiva del equipo investigador.

A pesar de los avances alcanzados, estas herramientas presentan limitaciones relacionadas con la interpretación contextual de la evidencia científica, la cobertura de las bases documentales y la posibilidad de generar resúmenes incompletos o imprecisos. Algunos algoritmos pueden omitir información relevante, interpretar incorrectamente determinados conceptos especializados o privilegiar publicaciones con mayor impacto bibliométrico en detrimento de investigaciones recientes o menos citadas. Por esta razón, la inteligencia artificial debe utilizarse como un recurso complementario que fortalezca la revisión de literatura, manteniendo siempre el análisis crítico, la validación metodológica y el juicio científico del investigador como elementos centrales del proceso de producción de conocimiento (Machamer et al., 2022).

Tabla 6
Herramientas de inteligencia artificial para la revisión y síntesis de literatura científica

Herramienta	Función principal	Tecnologías de IA utilizadas	Principales ventajas	Limitaciones	Aplicaciones metodológicas
Elicit	Automatización de revisiones bibliográficas y extracción de evidencia.	Modelos de lenguaje, procesamiento del lenguaje natural y búsqueda semántica.	Resume artículos, identifica variables y responde preguntas científicas.	Requiere verificar la precisión de la información generada.	Revisiones sistemáticas, revisiones exploratorias y formulación de preguntas de investigación.
ResearchRabbit	Descubrimiento dinámico de literatura científica relacionada.	Aprendizaje automático y análisis de redes de citación.	Facilita el seguimiento de autores, publicaciones y líneas de investigación.	No reemplaza las búsquedas tradicionales en bases de datos.	Construcción del estado del arte y vigilancia científica.

Herramienta	Función principal	Tecnologías de IA utilizadas	Principales ventajas	Limitaciones	Aplicaciones metodológicas
Connected Papers	Visualización de relaciones entre publicaciones científicas.	Análisis de grafos y minería de citas.	Permite identificar investigaciones influyentes y conexiones temáticas.	Cobertura dependiente de las bases de datos indexadas.	Identificación de antecedentes y evolución de líneas investigativas.
Scite	Evaluación inteligente del contexto de las citas científicas.	Procesamiento del lenguaje natural y clasificación automática de citas.	Distingue citas que apoyan, contrastan o simplemente mencionan un estudio.	Mayor cobertura en literatura internacional indexada.	Evaluación crítica de evidencia científica.
Semantic Scholar	Recuperación inteligente de publicaciones académicas.	Inteligencia artificial semántica y aprendizaje profundo.	Prioriza investigaciones relevantes mediante comprensión contextual.	Algunas disciplinas presentan menor representación documental.	Búsqueda bibliográfica y revisión temática.
Litmaps	Mapeo de literatura científica y seguimiento de investigaciones.	Algoritmos de citación y análisis bibliométrico.	Visualiza la evolución temporal de un tema de investigación.	Funciones avanzadas disponibles mediante suscripción.	Estado del arte y análisis de tendencias científicas.
Rayyan	Selección y clasificación colaborativa de estudios científicos.	Aprendizaje automático para priorización documental.	Facilita el cribado de artículos durante revisiones sistemáticas.	Se centra principalmente en la fase de selección documental.	Revisiones sistemáticas y metaanálisis.
ASReview	Automatización del proceso de selección de estudios.	Aprendizaje activo (<i>Active Learning</i>) y aprendizaje supervisado.	Reduce significativamente el número de artículos revisados manualmente.	Requiere entrenamiento inicial del modelo.	Revisión sistemática basada en evidencia y síntesis documental.

Nota. Elaboración propia con base en herramientas contemporáneas de inteligencia artificial utilizadas para la revisión, organización y síntesis de literatura científica.

Las herramientas analizadas evidencian que la inteligencia artificial ha transformado profundamente la revisión de literatura científica al incorporar funciones que automatizan procesos tradicionalmente manuales. La búsqueda semántica, la clasificación documental, la

extracción de información y la generación de resúmenes permiten que los investigadores gestionen de manera más eficiente el creciente volumen de publicaciones académicas disponibles en la actualidad (Popper, 1963).

Asimismo, estas plataformas fortalecen la calidad metodológica de las revisiones al facilitar la identificación de estudios relevantes, reducir errores asociados con la selección documental y favorecer una organización sistemática de la evidencia científica. Su aplicación resulta especialmente valiosa en revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios bibliométricos y revisiones de alcance, donde la cantidad de información suele ser considerable.

No obstante, la automatización no elimina la necesidad de realizar un análisis crítico de los documentos recuperados. La evaluación de la calidad metodológica, la interpretación de los resultados, la comparación entre investigaciones y la formulación de conclusiones continúan dependiendo de la experiencia, formación y criterio científico del investigador, quien mantiene la responsabilidad sobre la validez de la síntesis realizada (Ugarte y Parra, 2021).

Figura 6
Herramientas de inteligencia artificial para la revisión y síntesis de literatura científica.



Nota. Elaboración propia. La figura muestra herramientas de inteligencia artificial para la revisión y síntesis de literatura científica.

Las herramientas de inteligencia artificial para la revisión y síntesis de literatura deben entenderse como recursos de apoyo que complementan el trabajo académico sin sustituir el rigor científico. Su integración adecuada dentro de metodologías consolidadas contribuye a desarrollar investigaciones más eficientes, transparentes y reproducibles, fortaleciendo la generación de conocimiento en un entorno caracterizado por la constante expansión de la producción científica mundial (Giordano, 2023).

2.4 Aplicaciones de inteligencia artificial para la redacción académica

La redacción académica constituye una de las competencias fundamentales para la producción y difusión del conocimiento científico. Elaborar textos con claridad, coherencia, precisión conceptual y rigor metodológico requiere no solo un amplio dominio del tema investigado, sino también habilidades relacionadas con la comunicación científica y el uso adecuado del lenguaje especializado. En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha incorporado herramientas capaces de asistir a los investigadores durante las diferentes etapas de la escritura académica, proporcionando apoyo en tareas como la generación de borradores, revisión lingüística, organización de contenidos, mejora del estilo y adaptación a distintos formatos editoriales. Estas aplicaciones han incrementado la productividad investigativa y han optimizado significativamente los procesos de elaboración de documentos científicos (Kuhn, 1962).

Las aplicaciones de inteligencia artificial destinadas a la redacción académica funcionan mediante modelos avanzados de procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje profundo, entrenados con grandes volúmenes de textos científicos y lingüísticos. Estos sistemas comprenden instrucciones escritas por el usuario, analizan el contexto de la información proporcionada y generan respuestas coherentes con los objetivos planteados (Ramón y Restrepo, 2023). Además de producir contenido textual, muchas herramientas ofrecen sugerencias relacionadas con la estructura argumentativa, la cohesión entre párrafos, la corrección gramatical, el enriquecimiento del vocabulario y la adaptación del estilo de escritura según el tipo de documento académico. Estas capacidades permiten agilizar la elaboración de manuscritos sin sustituir la responsabilidad intelectual del investigador.

Entre las principales aplicaciones de estas herramientas destacan la elaboración de esquemas iniciales, la redacción de resúmenes, la reformulación de párrafos, la traducción científica, la revisión ortográfica y gramatical, la detección de redundancias y la optimización de la claridad

expositiva. Asimismo, algunas plataformas permiten generar tablas comparativas, sintetizar literatura científica, proponer títulos, estructurar objetivos de investigación y apoyar la preparación de artículos científicos, tesis, informes técnicos y proyectos académicos. Estas funcionalidades resultan especialmente útiles durante las primeras fases de escritura, cuando el investigador necesita organizar ideas y transformar información técnica en textos comprensibles para diferentes audiencias académicas (Garritz, 2004).

La inteligencia artificial también favorece la internacionalización de la producción científica mediante herramientas especializadas en traducción académica y adaptación lingüística. Diversas aplicaciones permiten convertir manuscritos entre diferentes idiomas preservando la terminología técnica y el estilo científico, facilitando la publicación en revistas internacionales y promoviendo la colaboración entre investigadores de distintos países. Además, algunos sistemas incorporan funciones para verificar consistencia terminológica, uniformidad del formato bibliográfico y cumplimiento de normas editoriales, contribuyendo a mejorar la calidad formal de los documentos antes de su envío a procesos de evaluación por pares.

A pesar de sus importantes beneficios, el uso de inteligencia artificial en la redacción académica presenta desafíos relacionados con la originalidad, la precisión del contenido y la integridad científica. Los modelos generativos pueden producir información incorrecta, referencias inexistentes o interpretaciones que no reflejan adecuadamente la evidencia disponible. Asimismo, la utilización indiscriminada de textos generados automáticamente puede afectar la autenticidad del trabajo científico y generar conflictos relacionados con la autoría intelectual. Por esta razón, todas las instituciones académicas coinciden en que estas herramientas deben emplearse como asistentes para fortalecer el proceso de escritura, manteniendo siempre la supervisión crítica y la responsabilidad del investigador sobre el contenido final del manuscrito (Schuff y Hubert, 2024).

Tabla 7
Aplicaciones de inteligencia artificial para la redacción académica y sus principales características

Herramienta	Función principal	Ventajas	Limitaciones	Uso recomendado en investigación
ChatGPT	Asistente conversacional basado en modelos de lenguaje.	Gran versatilidad y facilidad de interacción mediante	Puede generar información incorrecta o referencias no verificables.	Redacción preliminar, lluvia de ideas y apoyo en la estructuración de manuscritos.

Herramienta	Función principal	Ventajas	Limitaciones	Uso recomendado en investigación
		lenguaje natural.		
Grammarly	Corrector gramatical y de estilo.	Incrementa la calidad lingüística del documento.	Su desempeño disminuye en textos altamente especializados.	Revisión final de artículos, tesis e informes científicos.
Writefull	Asistente especializado para escritura científica.	Entrenado con literatura científica publicada.	Algunas funciones requieren suscripción institucional.	Preparación de manuscritos destinados a revistas indexadas.
Paperpal	Corrector y editor para publicaciones científicas.	Adaptado a estándares editoriales internacionales.	Mayor utilidad en manuscritos escritos en inglés.	Edición previa al envío de artículos científicos.
QuillBot	Herramienta de reformulación y paráfrasis.	Facilita la claridad y evita repeticiones innecesarias.	El contenido reformulado requiere revisión conceptual.	Mejora del estilo de escritura y adaptación de textos.
DeepL Write	Asistente de redacción y traducción inteligente.	Alta precisión lingüística en varios idiomas.	Cobertura limitada para algunos idiomas especializados.	Traducción y revisión de manuscritos científicos.
SciSpace	Plataforma de apoyo a la lectura y escritura científica.	Facilita la comprensión de literatura compleja.	No sustituye el análisis crítico del investigador.	Comprensión de artículos y elaboración del marco teórico.
Jenni AI	Asistente inteligente para escritura académica.	Favorece la productividad durante la escritura científica.	Requiere supervisión permanente para asegurar precisión conceptual.	Elaboración de borradores y organización de documentos científicos.

Nota. Elaboración propia con base en las principales herramientas de inteligencia artificial utilizadas como apoyo en la redacción académica y científica.

Las aplicaciones descritas evidencian que la inteligencia artificial ha transformado significativamente la escritura académica al automatizar numerosas tareas relacionadas con la organización, revisión y mejora de los textos científicos. Estas herramientas contribuyen a incrementar la productividad investigativa, mejorar la calidad lingüística de los manuscritos y facilitar la comunicación del conocimiento científico hacia diferentes comunidades académicas (Ochoa, 1989).

Figura 7

Aplicaciones de inteligencia artificial para la redacción académica.



Nota. Elaboración propia. La figura resume las principales aplicaciones de inteligencia artificial que apoyan la redacción de documentos científicos.

La incorporación de asistentes inteligentes resulta especialmente beneficiosa durante las fases iniciales de redacción, cuando el investigador necesita estructurar ideas, sintetizar información y desarrollar una argumentación coherente. Asimismo, las funciones de corrección gramatical, revisión de estilo y traducción académica fortalecen la calidad formal de los documentos, favoreciendo su aceptación en revistas científicas de alcance internacional.

No obstante, el empleo de estas tecnologías exige mantener elevados estándares de ética e integridad científica. Toda la información generada debe verificarse cuidadosamente, las

referencias bibliográficas deben comprobarse directamente en las fuentes originales y las decisiones relacionadas con la interpretación de resultados y la formulación de conclusiones deben permanecer bajo la responsabilidad exclusiva del investigador (Flores y Gallegos, 1993).

La inteligencia artificial debe entenderse como un recurso de apoyo para potenciar las capacidades de escritura científica y no como un sustituto del pensamiento académico. Su integración responsable, acompañada de criterio metodológico, revisión crítica y transparencia en su utilización, permitirá fortalecer la calidad de las publicaciones científicas y contribuir al desarrollo de una investigación más eficiente, rigurosa e innovadora.

2.5 Sistemas inteligentes para el análisis de datos cuantitativos

Los sistemas inteligentes para el análisis de datos cuantitativos representan una de las aplicaciones más relevantes de la inteligencia artificial en la investigación científica. Estas herramientas integran algoritmos de aprendizaje automático, técnicas estadísticas avanzadas y modelos computacionales capaces de procesar grandes volúmenes de datos con rapidez y precisión. Su incorporación ha permitido transformar los procedimientos tradicionales de análisis estadístico, facilitando la identificación de patrones, relaciones entre variables y tendencias que difícilmente podrían detectarse mediante métodos convencionales (Lopardo, 2024). En consecuencia, los investigadores pueden desarrollar estudios más rigurosos, reproducibles y fundamentados en evidencia empírica, fortaleciendo la calidad de los resultados obtenidos.

El análisis cuantitativo asistido por inteligencia artificial comienza con la preparación de la base de datos. Durante esta etapa, los sistemas inteligentes realizan procesos automáticos de depuración, identificación de valores perdidos, detección de registros duplicados y reconocimiento de valores atípicos. Asimismo, pueden transformar variables, normalizar escalas de medición y verificar la consistencia de la información antes de iniciar el análisis estadístico. Estas funciones reducen considerablemente los errores derivados del procesamiento manual y mejoran la calidad de los datos utilizados en la investigación, aspecto esencial para garantizar la validez de los resultados (Falcón y Serpa, 2021).

Una vez organizada la información, los sistemas inteligentes permiten aplicar técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales de manera automatizada. Estas plataformas generan distribuciones de frecuencia, medidas de tendencia central, índices de dispersión y representaciones gráficas que facilitan la comprensión inicial del comportamiento de las variables. Además, incorporan procedimientos para realizar pruebas de hipótesis, análisis de

correlación, regresión, análisis factorial, modelos de ecuaciones estructurales y técnicas multivariadas, seleccionando en muchos casos el procedimiento más adecuado según las características de los datos y los objetivos del estudio (Arias y Artigas, 2022).

La inteligencia artificial también ha fortalecido el desarrollo de modelos predictivos mediante algoritmos de aprendizaje automático. Técnicas como árboles de decisión, bosques aleatorios, máquinas de soporte vectorial, redes neuronales artificiales y modelos de regresión avanzada permiten construir sistemas capaces de estimar comportamientos futuros a partir de datos históricos. Estas metodologías son ampliamente utilizadas en disciplinas como medicina, economía, educación, ingeniería, ciencias ambientales y ciencias sociales, donde resulta necesario anticipar fenómenos complejos y apoyar la toma de decisiones basada en evidencia cuantitativa. La integración entre estadística tradicional e inteligencia artificial amplía significativamente las posibilidades analíticas de la investigación científica (Concari, 2001).

Otra característica relevante de los sistemas inteligentes es la automatización de la interpretación y visualización de resultados. Muchas plataformas generan gráficos interactivos, tablas dinámicas, paneles de control (*dashboards*) e informes estadísticos que facilitan la comprensión de la información analizada. Incluso algunos sistemas incorporan asistentes inteligentes capaces de explicar los resultados obtenidos mediante lenguaje natural, favoreciendo la comunicación de los hallazgos tanto para especialistas como para públicos no expertos (Popper, 1963). Estas capacidades contribuyen a mejorar la difusión del conocimiento científico y fortalecen la toma de decisiones sustentada en datos.

A pesar de sus múltiples ventajas, los sistemas inteligentes para el análisis cuantitativo presentan desafíos relacionados con la calidad de los datos, la selección adecuada de los modelos y la interpretación de los resultados. Algoritmos complejos pueden generar predicciones altamente precisas sin ofrecer explicaciones claras sobre el proceso mediante el cual alcanzan dichas conclusiones (Zona y Giraldo, 2017). Asimismo, el uso de bases de datos incompletas, sesgadas o poco representativas puede afectar significativamente la validez de los modelos construidos. Por ello, la supervisión metodológica del investigador continúa siendo indispensable durante todas las etapas del análisis estadístico.

La selección del sistema inteligente más apropiado depende de diversos factores, entre ellos el tamaño de la muestra, el tipo de variables, el diseño metodológico y los objetivos de la investigación. Algunas plataformas están orientadas principalmente al análisis estadístico clásico, mientras que otras priorizan el aprendizaje automático, la minería de datos o la

visualización avanzada. En investigaciones de alta complejidad resulta frecuente combinar diferentes herramientas para aprovechar las fortalezas específicas de cada una, construyendo flujos de trabajo más eficientes y adaptados a las necesidades particulares de cada proyecto científico (Santos, 2009).

Tabla 8

Sistemas inteligentes utilizados para el análisis de datos cuantitativos en investigación científica

Sistema inteligente	Tipo de plataforma	Funciones principales	Ventajas	Limitaciones	Áreas de aplicación
IBM SPSS Statistics	Software estadístico	Estadística descriptiva, inferencial y modelos predictivos.	Interfaz amigable y amplia aceptación académica.	Algunas funciones avanzadas requieren licencia.	Ciencias sociales, educación, salud y administración.
R y RStudio	Lenguaje y entorno estadístico	Programación estadística y análisis avanzado.	Gratuito, flexible y altamente reproducible.	Requiere conocimientos de programación.	Investigación científica multidisciplinaria.
Python (Pandas, Scikit-learn)	Lenguaje de programación	Procesamiento de datos, análisis estadístico y aprendizaje automático.	Gran capacidad analítica y automatización.	Curva de aprendizaje relativamente elevada.	Ciencia de datos, ingeniería, economía y biomedicina.
JASP	Software estadístico libre	Estadística clásica y análisis bayesiano.	Gratuito e intuitivo.	Menor capacidad de personalización que otros sistemas.	Psicología, educación y ciencias sociales.
Jamovi	Plataforma estadística de código abierto	Análisis descriptivo, inferencial y regresión.	Fácil uso y resultados reproducibles.	Limitado para análisis altamente especializados.	Investigación educativa y ciencias de la salud.
RapidMiner	Plataforma de minería de datos	Modelado predictivo y análisis automatizado.	Interfaz visual sin necesidad de programación.	Algunas funciones avanzadas son comerciales.	Marketing, industria e investigación aplicada.
KNIME	Plataforma analítica modular	Integración, procesamiento	Amplia capacidad de integración con diferentes	Requiere aprendizaje inicial.	Bioinformática, ingeniería y

Sistema inteligente	Tipo de plataforma	Funciones principales	Ventajas	Limitaciones	Áreas de aplicación
		y modelado de datos.	fuentes de datos.		análisis empresarial.
Orange Data Mining	Plataforma visual de análisis de datos	Clasificación, agrupamiento y visualización interactiva.	Ideal para enseñanza e investigación exploratoria.	Menor capacidad para proyectos de gran escala.	Educación, minería de datos y análisis exploratorio.

Nota. Elaboración propia con base en los principales sistemas inteligentes utilizados para el análisis de datos cuantitativos y el aprendizaje automático en investigación científica.

Los sistemas inteligentes descritos evidencian la convergencia entre la estadística tradicional y la inteligencia artificial como uno de los principales avances metodológicos de la investigación contemporánea. La automatización de procedimientos analíticos, la generación de modelos predictivos y la capacidad para procesar grandes volúmenes de información permiten desarrollar investigaciones con mayores niveles de precisión, eficiencia y reproducibilidad (Giordano, 2023).

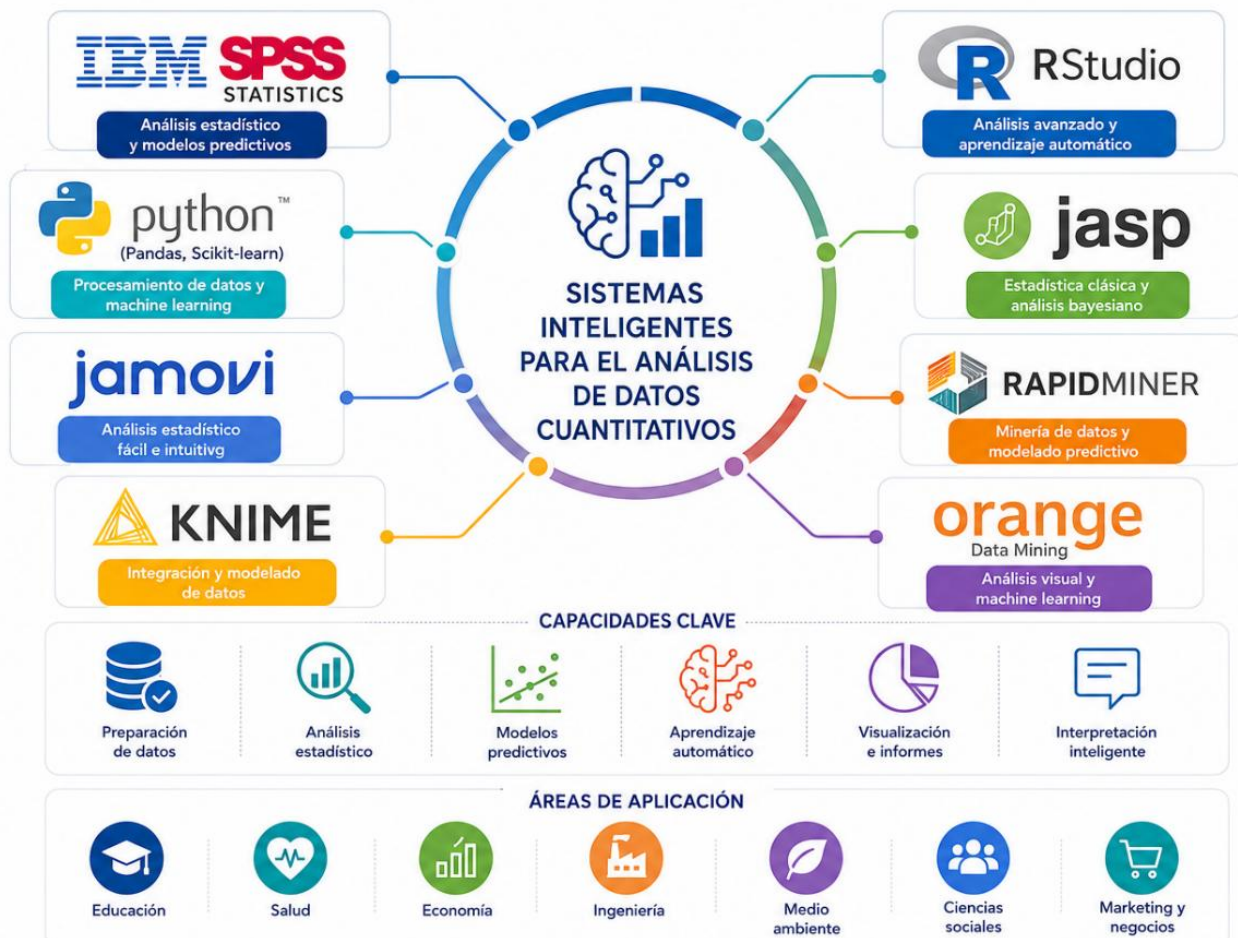
La elección del software más adecuado depende del tipo de investigación, del nivel de complejidad de los análisis requeridos y de las competencias técnicas del equipo investigador. Mientras plataformas como SPSS, Jamovi y JASP facilitan la aplicación de procedimientos estadísticos clásicos, herramientas como R, Python, KNIME y RapidMiner ofrecen mayores posibilidades para el desarrollo de modelos de inteligencia artificial y ciencia de datos.

No obstante, la incorporación de estos sistemas no elimina la necesidad de aplicar criterios metodológicos sólidos durante el análisis cuantitativo. La correcta selección de pruebas estadísticas, la interpretación de los resultados y la evaluación de los supuestos de cada modelo continúan siendo responsabilidades fundamentales del investigador, quien debe garantizar la validez científica de las conclusiones obtenidas (Castelo, 2025).

En perspectiva, la evolución de los sistemas inteligentes continuará fortaleciendo la investigación cuantitativa mediante el desarrollo de plataformas cada vez más automatizadas, explicables e interoperables. La integración entre inteligencia artificial, análisis estadístico y visualización avanzada permitirá construir procesos investigativos más eficientes y transparentes, favoreciendo la generación de conocimiento científico sustentado en evidencia robusta y de alta calidad.

Figura 8

Sistemas inteligentes para el análisis de datos cuantitativos.



Nota. Elaboración propia. La figura presenta las principales herramientas de inteligencia artificial para el análisis de datos cuantitativos.

2.6 Herramientas para el análisis cualitativo asistido por inteligencia artificial

El análisis cualitativo constituye un enfoque metodológico orientado a comprender fenómenos sociales, educativos, culturales y humanos a partir de la interpretación de discursos, experiencias, percepciones y significados. Tradicionalmente, este proceso ha requerido una revisión minuciosa de entrevistas, grupos focales, documentos, observaciones y otros materiales textuales, demandando una considerable inversión de tiempo por parte del investigador. En la actualidad, la inteligencia artificial ha incorporado herramientas capaces de automatizar diversas actividades relacionadas con la organización, codificación y análisis de información cualitativa. Estas tecnologías fortalecen la eficiencia del proceso investigativo, favoreciendo una exploración más amplia de grandes volúmenes de datos sin reemplazar la interpretación crítica propia del investigador (Fochler et al., 2025).

Las herramientas de análisis cualitativo asistidas por inteligencia artificial utilizan tecnologías como el procesamiento del lenguaje natural, el aprendizaje automático, la minería de textos y el reconocimiento semántico para identificar patrones presentes en documentos no estructurados (Bokulich, 2011). Mediante estos algoritmos, los sistemas pueden clasificar respuestas abiertas, detectar categorías emergentes, identificar palabras clave, analizar relaciones entre conceptos y agrupar segmentos textuales con características similares. Estas capacidades permiten reducir significativamente el tiempo requerido para organizar la información y facilitan el desarrollo de investigaciones con muestras documentales más extensas y complejas.

Durante el proceso de codificación cualitativa, la inteligencia artificial puede sugerir códigos iniciales, identificar temas recurrentes y construir redes de relaciones entre categorías analíticas. Asimismo, algunas plataformas generan mapas conceptuales, matrices temáticas y representaciones gráficas que permiten visualizar la estructura de los datos obtenidos. Estas funciones apoyan la fase exploratoria del análisis, favoreciendo la identificación de tendencias y facilitando la construcción de interpretaciones fundamentadas en la evidencia recopilada. No obstante, la asignación definitiva de significados continúa dependiendo del marco teórico, los objetivos de la investigación y la experiencia metodológica del investigador (Mujica, 2021).

Otra aplicación relevante corresponde al análisis automatizado de sentimientos, emociones y percepciones expresadas en entrevistas, publicaciones digitales, redes sociales y documentos institucionales. Mediante algoritmos especializados, estas herramientas identifican la orientación positiva, negativa o neutral de los discursos, así como emociones predominantes y cambios en la intensidad del lenguaje utilizado por los participantes. Esta información resulta especialmente útil en investigaciones desarrolladas en áreas como educación, psicología, comunicación, administración, ciencias políticas y trabajo social, donde la comprensión de las experiencias humanas constituye un componente esencial del análisis científico (Flores y Gallegos, 1993).

La inteligencia artificial también favorece la integración entre metodologías cualitativas y cuantitativas mediante enfoques mixtos de investigación. Diversas plataformas permiten combinar resultados provenientes de análisis estadísticos con categorías cualitativas, facilitando la triangulación de información y fortaleciendo la validez de los hallazgos. Además, la automatización de procesos documentales incrementa la transparencia y la reproducibilidad de los procedimientos analíticos, aspectos que tradicionalmente representaban desafíos

importantes dentro de la investigación cualitativa. Como resultado, se promueve una mayor sistematización del análisis sin afectar la riqueza interpretativa característica de este enfoque metodológico.

A pesar de sus importantes ventajas, las herramientas de inteligencia artificial presentan limitaciones relacionadas con la comprensión profunda del contexto sociocultural y la interpretación de significados implícitos. Expresiones irónicas, metáforas, referencias culturales o emociones complejas pueden ser interpretadas incorrectamente por los algoritmos debido a que estos funcionan principalmente mediante patrones estadísticos del lenguaje (Vélez y Ruíz, 2021). Asimismo, la calidad de los resultados depende de la configuración de los modelos, la representatividad de los datos y la adecuada supervisión humana durante todo el proceso analítico. Por ello, la inteligencia artificial debe considerarse un apoyo metodológico y no un sustituto del razonamiento interpretativo propio de la investigación cualitativa.

La selección de la herramienta más adecuada depende de los objetivos del estudio, del tipo de información recopilada y del enfoque metodológico empleado. Algunas plataformas están orientadas principalmente al análisis temático, mientras que otras incorporan funciones avanzadas de minería de textos, análisis de sentimientos, visualización conceptual o integración con modelos de inteligencia artificial generativa. La combinación de estas tecnologías permite desarrollar análisis más completos y fortalecer la capacidad del investigador para interpretar fenómenos complejos desde múltiples perspectivas analíticas (Acevedo et al., 2017).

Tabla 9
Herramientas para el análisis cualitativo asistido por inteligencia artificial

Herramienta	Tipo de plataforma	Funciones principales	Ventajas	Limitaciones	Áreas de aplicación
NVivo	Software de análisis cualitativo	Codificación, análisis temático y organización documental.	Amplia aceptación científica y elevada capacidad analítica.	Requiere licencia y capacitación inicial.	Educación, ciencias sociales, salud y comunicación.
ATLAS.ti	Plataforma para análisis cualitativo	Gestión de documentos, redes conceptuales y análisis de datos.	Permite integrar múltiples tipos de datos.	Algunas funciones avanzadas son de pago.	Psicología, sociología, trabajo social e investigación educativa.

Herramienta	Tipo de plataforma	Funciones principales	Ventajas	Limitaciones	Áreas de aplicación
MAXQDA	Software para investigación cualitativa y mixta	Codificación, análisis de contenido y visualización de datos.	Facilita la integración entre datos cualitativos y cuantitativos.	Licencia comercial.	Ciencias sociales, salud y educación.
QDA Miner	Plataforma de análisis de contenido	Codificación, recuperación documental y análisis textual.	Adecuado para grandes volúmenes de documentos.	Menor difusión académica que otros programas.	Investigación social y análisis documental.
Leximancer	Software de minería conceptual	Identificación automática de conceptos y mapas temáticos.	Descubre relaciones entre conceptos sin codificación manual inicial.	Interpretación final depende del investigador.	Estudios organizacionales, comunicación y ciencias sociales.
Voyant Tools	Plataforma web de análisis textual	Frecuencia léxica, concordancias y visualización de textos.	Gratuita y fácil de utilizar.	Funciones limitadas frente a software especializado.	Humanidades digitales y análisis exploratorio.
QualCoder	Software libre para análisis cualitativo	Codificación, clasificación y recuperación de segmentos textuales.	Código abierto y acceso gratuito.	Menor automatización que plataformas comerciales.	Investigación académica y formación metodológica.
Dedoose	Plataforma colaborativa en línea	Análisis cualitativo y métodos mixtos.	Trabajo colaborativo en la nube y análisis combinado.	Dependencia de conexión a Internet y suscripción.	Estudios interdisciplinarios y proyectos colaborativos.

Nota. Elaboración propia con base en las principales herramientas utilizadas para el análisis cualitativo asistido por inteligencia artificial en investigación científica.

Las herramientas descritas evidencian que la inteligencia artificial ha fortalecido significativamente el análisis cualitativo al automatizar procesos relacionados con la organización, codificación y clasificación de grandes volúmenes de información textual. Estas

funcionalidades permiten que los investigadores dediquen mayor tiempo a la interpretación de los resultados y a la construcción de explicaciones fundamentadas, reduciendo la carga operativa asociada al tratamiento manual de los datos.

La incorporación de algoritmos de procesamiento del lenguaje natural y minería de textos también ha favorecido el desarrollo de investigaciones con muestras documentales más amplias y diversas. La identificación automática de categorías, patrones discursivos y relaciones conceptuales facilita la comprensión de fenómenos complejos y fortalece la triangulación metodológica en estudios de enfoque cualitativo y mixto.

Sin embargo, la interpretación de los significados presentes en los discursos continúa siendo una tarea eminentemente humana. Aspectos como el contexto sociocultural, la intencionalidad de los participantes y la construcción de categorías analíticas requieren del juicio crítico del investigador, quien debe validar permanentemente las sugerencias generadas por los sistemas inteligentes y garantizar la coherencia entre los datos y las conclusiones alcanzadas (Hu, 2021).

Figura 9

Herramientas para el análisis cualitativo asistido por inteligencia artificial.



Nota. Elaboración propia. La figura presenta las principales herramientas de inteligencia artificial para el análisis de datos cualitativos.

Las herramientas de análisis cualitativo asistidas por inteligencia artificial continuarán evolucionando hacia modelos con mayor capacidad de comprensión contextual, razonamiento

semántico y análisis multimodal. Su integración responsable dentro de metodologías científicas rigurosas permitirá desarrollar investigaciones más eficientes, transparentes y reproducibles, fortaleciendo la generación de conocimiento en las ciencias sociales, educativas, de la salud y en múltiples disciplinas donde la interpretación de la experiencia humana constituye el núcleo del proceso investigativo (Fochler et al., 2025).

2.7 Aplicaciones para la visualización e interpretación de resultados

La visualización e interpretación de resultados constituyen etapas fundamentales del proceso de investigación científica, ya que permiten transformar grandes volúmenes de datos en representaciones comprensibles que facilitan el análisis, la comunicación y la toma de decisiones. Tradicionalmente, la elaboración de tablas, gráficos e informes dependía de procedimientos manuales y conocimientos especializados en estadística y diseño de información (Garritz, 2004). Actualmente, la inteligencia artificial ha impulsado el desarrollo de aplicaciones capaces de generar visualizaciones dinámicas, interpretar patrones complejos y producir informes automatizados que fortalecen la comprensión de los hallazgos científicos. Estas herramientas favorecen una comunicación más efectiva de los resultados y mejoran la calidad de la difusión del conocimiento.

Las aplicaciones inteligentes para la visualización de datos integran algoritmos de aprendizaje automático, minería de datos, procesamiento del lenguaje natural y analítica visual. Estas tecnologías analizan automáticamente la estructura de las bases de datos y seleccionan las representaciones gráficas más apropiadas según el tipo de variables, la naturaleza de la información y los objetivos del análisis. Entre las visualizaciones más utilizadas se encuentran gráficos de barras, líneas, dispersión, mapas de calor, diagramas de red, paneles interactivos (*dashboards*) y modelos tridimensionales. La automatización de este proceso permite reducir errores en la representación de la información y facilita la interpretación de relaciones complejas entre los datos (Figueroa et al., 2020).

La inteligencia artificial también fortalece la interpretación de resultados mediante sistemas capaces de identificar tendencias, correlaciones, anomalías y comportamientos predictivos que podrían pasar inadvertidos durante un análisis convencional. Algunos programas generan explicaciones automáticas en lenguaje natural, describiendo el comportamiento de las variables, resaltando diferencias estadísticamente significativas y proponiendo posibles interpretaciones fundamentadas en los datos analizados. Estas funcionalidades apoyan al investigador durante la fase de discusión de resultados, permitiendo una comprensión más

profunda de la información obtenida sin reemplazar el análisis crítico que caracteriza al método científico.

Otra ventaja importante de estas aplicaciones corresponde a su capacidad para facilitar la comunicación científica y la toma de decisiones basada en evidencia. Los paneles interactivos permiten explorar los datos desde diferentes perspectivas, filtrar información en tiempo real y comparar resultados entre múltiples variables. Asimismo, las herramientas de visualización favorecen la presentación de los hallazgos ante comunidades académicas, organismos gubernamentales, instituciones educativas y sectores productivos, promoviendo una transferencia del conocimiento más clara, accesible y comprensible para distintos públicos. Esta capacidad incrementa el impacto social de la investigación y fortalece los procesos de innovación sustentados en evidencia científica (Calva et al., 2018).

A pesar de sus numerosas ventajas, las aplicaciones para la visualización e interpretación de resultados presentan limitaciones relacionadas con la calidad de los datos, el riesgo de generar representaciones engañosas y la dependencia de algoritmos automatizados. Una visualización incorrectamente diseñada puede inducir interpretaciones erróneas o exagerar diferencias que carecen de relevancia estadística. Asimismo, los sistemas inteligentes pueden priorizar determinados patrones sin considerar el contexto teórico o metodológico del estudio (Obregón, 2002). Por ello, la interpretación final de los resultados continúa siendo responsabilidad del investigador, quien debe integrar el análisis estadístico, el marco conceptual y la evidencia empírica para formular conclusiones científicamente válidas.

Tabla 10
Aplicaciones de inteligencia artificial para la visualización e interpretación de resultados científicos

Herramienta	Tipo de plataforma	Funciones principales	Ventajas	Limitaciones	Áreas de aplicación
Microsoft Power BI	Plataforma de inteligencia de negocios	Paneles interactivos, informes y visualización dinámica.	Interfaz intuitiva e integración con múltiples fuentes de datos.	Algunas funciones avanzadas requieren licencia.	Educación, salud, administración, economía e investigación aplicada.
Tableau	Plataforma de analítica visual	Visualización avanzada y análisis	Excelente calidad gráfica y elevada interactividad.	Licencia comercial para funciones completas.	Ciencia de datos, investigación institucional y

Herramienta	Tipo de plataforma	Funciones principales	Ventajas	Limitaciones	Áreas de aplicación
		exploratorio de datos.			análisis empresarial.
Google Looker Studio	Plataforma de informes interactivos	Creación de paneles y visualizaciones en línea.	Gratuito y fácil de compartir mediante la nube.	Menor capacidad analítica frente a plataformas especializadas.	Educación, marketing e investigación social.
Python (Matplotlib, Plotly, Bokeh)	Lenguaje de programación y bibliotecas visuales	Elaboración de gráficos científicos personalizados.	Gran flexibilidad y alta calidad de visualización.	Requiere conocimientos de programación.	Ciencia de datos, ingeniería y análisis estadístico avanzado.
R (ggplot2, Shiny)	Lenguaje estadístico	Visualización científica y aplicaciones interactivas.	Amplias posibilidades de personalización y reproducibilidad.	Curva de aprendizaje moderada.	Investigación cuantitativa y bioestadística.
Orange Data Mining	Plataforma visual de minería de datos	Exploración gráfica y modelado predictivo.	No requiere programación y facilita el aprendizaje.	Menor capacidad para proyectos de gran escala.	Educación, minería de datos y análisis exploratorio.
IBM Cognos Analytics	Plataforma de analítica empresarial	Informes inteligentes y visualización automatizada.	Automatiza informes y facilita la interpretación.	Alto costo para organizaciones pequeñas.	Gestión institucional e investigación organizacional.
Flourish	Plataforma de visualización interactiva	Creación de gráficos, mapas y presentaciones dinámicas.	Alta calidad gráfica y facilidad para publicaciones digitales.	Menor capacidad de análisis estadístico profundo.	Divulgación científica, periodismo de datos e investigación aplicada.

Nota. Elaboración propia con base en plataformas contemporáneas utilizadas para la visualización e interpretación de resultados científicos mediante inteligencia artificial.

La comparación de las plataformas evidencia que la inteligencia artificial ha fortalecido significativamente la representación visual de los resultados científicos, permitiendo transformar grandes conjuntos de datos en gráficos, paneles e informes interactivos que facilitan la comprensión de los hallazgos. Estas herramientas incrementan la eficiencia del

análisis y favorecen una comunicación científica más clara y accesible para diferentes audiencias.

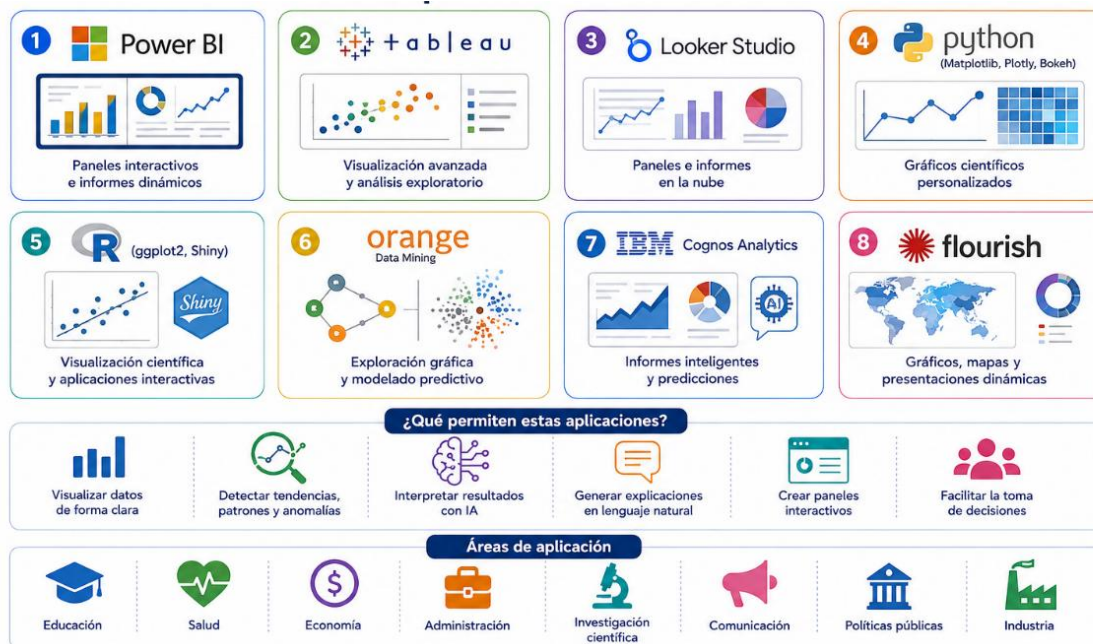
Además de automatizar la elaboración de visualizaciones, muchas aplicaciones incorporan funciones capaces de identificar tendencias, relaciones y anomalías que enriquecen el proceso de interpretación de los resultados. La combinación entre analítica visual e inteligencia artificial permite desarrollar análisis más profundos y fundamentados, especialmente en investigaciones que manejan grandes volúmenes de información o múltiples variables de estudio (Falcón y Serpa, 2021).

No obstante, la calidad de una visualización depende no solo de la tecnología utilizada, sino también de la correcta selección del tipo de gráfico, la adecuada organización de los datos y el conocimiento metodológico del investigador. Una representación visual debe reflejar fielmente la evidencia obtenida, evitando distorsiones que puedan conducir a interpretaciones incorrectas o conclusiones carentes de sustento científico.

Figura 10

Aplicaciones de inteligencia artificial para la visualización e interpretación de resultados.

Nota. Elaboración propia. La figura presenta las principales aplicaciones de inteligencia artificial para la



visualización e interpretación de resultados científicos.

Las aplicaciones para la visualización e interpretación de resultados continuarán evolucionando hacia sistemas más interactivos, explicables y personalizados. La integración entre inteligencia artificial, analítica visual y procesamiento del lenguaje natural permitirá construir entornos de investigación donde los datos puedan explorarse, comprenderse y comunicarse con mayor

precisión, fortaleciendo la transparencia, la reproducibilidad y el impacto de la producción científica.

2.8 Criterios para seleccionar y evaluar herramientas inteligentes

La creciente incorporación de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) en la investigación científica ha ampliado considerablemente las posibilidades para optimizar la búsqueda de información, el análisis de datos, la redacción académica y la comunicación de resultados. Sin embargo, la diversidad de plataformas disponibles también plantea el desafío de seleccionar aquellas que realmente aporten valor al proceso investigativo (Arias y Artigas, 2022). No todas las aplicaciones ofrecen el mismo nivel de precisión, transparencia o confiabilidad, por lo que resulta indispensable establecer criterios objetivos para evaluar su calidad y pertinencia. Una adecuada selección permite aprovechar las ventajas de la inteligencia artificial sin comprometer el rigor metodológico ni la integridad científica de la investigación (Bachelard, 1938).

Uno de los criterios más importantes corresponde a la confiabilidad de la herramienta y la calidad de las fuentes de información que utiliza. Las aplicaciones orientadas a la investigación científica deben fundamentar sus resultados en bases de datos reconocidas, literatura revisada por pares y repositorios académicos confiables. Asimismo, es necesario verificar la actualización periódica de sus contenidos y la procedencia de la información generada. Una herramienta que emplea fuentes verificadas ofrece mayores garantías de precisión y reduce el riesgo de incorporar evidencia desactualizada, sesgada o científicamente cuestionable dentro del proceso investigativo (Lakatos, 1978).

Otro aspecto fundamental es la precisión de los resultados generados por los algoritmos de inteligencia artificial. Las herramientas deben demostrar capacidad para interpretar correctamente las consultas realizadas por el investigador, recuperar información pertinente y generar respuestas coherentes con el contexto científico. En aplicaciones destinadas al análisis de datos o a la redacción académica, resulta igualmente importante evaluar la consistencia de los resultados, la presencia de errores sistemáticos y la posibilidad de verificar la información producida. La precisión constituye un requisito indispensable para garantizar que las conclusiones derivadas del uso de estas tecnologías mantengan un adecuado nivel de validez científica.

La transparencia y la explicabilidad representan criterios esenciales para evaluar sistemas inteligentes utilizados en investigación. Los investigadores deben comprender, al menos de

manera general, cómo funcionan los algoritmos empleados, cuáles son las fuentes de información utilizadas y qué limitaciones presentan los modelos implementados. Las herramientas más confiables suelen proporcionar información sobre sus procesos de entrenamiento, criterios de clasificación y mecanismos de actualización. Esta transparencia fortalece la reproducibilidad de las investigaciones y facilita la identificación de posibles sesgos o errores presentes en los resultados obtenidos mediante inteligencia artificial (Acevedo et al., 2017).

La facilidad de uso constituye otro criterio relevante durante la selección de herramientas inteligentes. Una plataforma con interfaz intuitiva, documentación clara y adecuada integración con otros programas utilizados durante la investigación favorece una incorporación más eficiente dentro del flujo de trabajo científico. Además, la disponibilidad de tutoriales, asistencia técnica, comunidades de usuarios y recursos de capacitación facilita el aprendizaje y mejora la productividad del investigador. La usabilidad adquiere especial importancia cuando las herramientas serán empleadas por equipos multidisciplinarios con diferentes niveles de experiencia tecnológica (Jaramillo y Valverde, 2025).

La interoperabilidad también representa un elemento clave para evaluar aplicaciones de inteligencia artificial. Las herramientas seleccionadas deben permitir la importación y exportación de datos en formatos ampliamente utilizados, integrarse con gestores bibliográficos, programas estadísticos, plataformas de análisis cualitativo y procesadores de texto, así como facilitar la colaboración entre diferentes investigadores (Hu, 2021). La compatibilidad entre sistemas contribuye a optimizar los flujos de trabajo y evita la duplicación innecesaria de procesos durante el desarrollo de un proyecto científico.

La seguridad de la información y la protección de datos constituyen criterios indispensables, especialmente en investigaciones que manejan información sensible o confidencial. Las plataformas inteligentes deben cumplir con estándares adecuados de privacidad, cifrado de datos y control de accesos, garantizando que la información proporcionada por los investigadores no sea utilizada sin autorización. Asimismo, resulta recomendable revisar las políticas de almacenamiento, tratamiento y reutilización de los datos implementadas por cada proveedor, asegurando el cumplimiento de la normativa ética y legal vigente en materia de investigación.

El costo y la sostenibilidad económica representan factores que también deben considerarse durante la selección de herramientas inteligentes. Existen plataformas completamente

gratuitas, aplicaciones de código abierto y sistemas comerciales que ofrecen funciones avanzadas mediante licencias institucionales. La elección dependerá del presupuesto disponible, del alcance del proyecto y de las necesidades específicas del equipo investigador. En muchos casos, la combinación de herramientas gratuitas y comerciales permite construir entornos de trabajo eficientes sin comprometer la calidad metodológica de la investigación (Garritz, 2004).

Tabla 11

Criterios para seleccionar y evaluar herramientas inteligentes aplicadas a la investigación científica

Criterio de evaluación	Aspectos a considerar	Indicadores de calidad	Importancia para la investigación	Riesgos si no se evalúa adecuadamente
Confiabilidad	Calidad de las fuentes de información y respaldo científico.	Uso de bases de datos reconocidas, revisión por pares y actualización periódica.	Garantiza evidencia científica válida y actualizada.	Incorporación de información incorrecta o desactualizada.
Precisión	Exactitud de las respuestas y análisis generados.	Consistencia de resultados y bajo margen de error.	Incrementa la validez de los análisis y conclusiones.	Interpretaciones erróneas y decisiones metodológicas inadecuadas.
Transparencia	Explicación del funcionamiento del algoritmo y procedencia de los datos.	Documentación técnica y criterios de funcionamiento accesibles.	Favorece la reproducibilidad y la confianza científica.	Dificultad para identificar errores o sesgos algorítmicos.
Usabilidad	Facilidad de aprendizaje e interacción con la plataforma.	Interfaz intuitiva, soporte técnico y documentación disponible.	Incrementa la productividad investigativa.	Baja adopción y uso ineficiente de la herramienta.
Interoperabilidad	Compatibilidad con otros programas y formatos de datos.	Integración con software estadístico, gestores bibliográficos y procesadores de texto.	Optimiza el flujo de trabajo científico.	Duplicación de tareas y pérdida de información.

Criterio de evaluación	Aspectos a considerar	Indicadores de calidad	Importancia para la investigación	Riesgos si no se evalúa adecuadamente
Seguridad y privacidad	Protección de datos personales y confidenciales.	Cifrado, políticas de privacidad y control de accesos.	Cumplimiento ético y legal durante la investigación.	Riesgo de filtración o uso indebido de la información.
Actualización	Frecuencia de mantenimiento y mejoras del sistema.	Nuevas versiones, corrección de errores y ampliación de funcionalidades.	Mantiene la vigencia tecnológica y científica de la herramienta.	Obsolescencia y disminución del rendimiento.
Costo-beneficio	Relación entre inversión económica y funcionalidades disponibles.	Licencias, acceso gratuito, escalabilidad y soporte.	Favorece la sostenibilidad de los proyectos de investigación.	Sobrecostos o limitaciones funcionales innecesarias.

Nota. Elaboración propia con base en criterios internacionales para la evaluación de herramientas digitales e inteligencia artificial aplicadas a la investigación científica.

Los criterios presentados permiten desarrollar un proceso sistemático para seleccionar herramientas inteligentes acordes con las necesidades específicas de cada investigación. La evaluación previa de aspectos como confiabilidad, precisión, transparencia e interoperabilidad favorece la incorporación de tecnologías que realmente fortalezcan el rigor metodológico y la calidad de los resultados científicos obtenidos.

La decisión sobre qué herramienta utilizar no debe fundamentarse únicamente en la popularidad o en el número de funciones disponibles, sino en su capacidad para responder a los objetivos del estudio y adaptarse al contexto metodológico del proyecto. Asimismo, resulta recomendable realizar evaluaciones periódicas, ya que las plataformas de inteligencia artificial evolucionan constantemente mediante actualizaciones y nuevas funcionalidades (Falcón y Serpa, 2021).

Otro aspecto relevante consiste en mantener una actitud crítica frente a los resultados generados por los sistemas inteligentes. Ninguna herramienta posee capacidad para sustituir el razonamiento científico, la experiencia metodológica o el juicio profesional del investigador.

A vertical strip on the left side of the page. The top part shows a close-up of a microscope's objective lens and stage. Below that is a glowing green molecular structure with spheres and connecting lines. At the bottom is a DNA double helix. The background of this strip is a mix of white and teal geometric shapes.

Capítulo

03.

**Métodos de investigación
apoyados por inteligencia
artificial**

A large, faint network diagram in the bottom right corner. It consists of numerous teal-colored dots of varying sizes connected by thin, light gray lines. The dots are arranged in a way that suggests a complex, interconnected system, possibly representing a neural network or a data flow.

2.9 Formulación del problema y generación de preguntas de investigación

La formulación del problema constituye el punto de partida de toda investigación científica, ya que permite delimitar el fenómeno de estudio, justificar su importancia y orientar el desarrollo del proceso metodológico. Un problema de investigación surge cuando existe una situación que requiere explicación, comprensión o solución mediante procedimientos científicos. Su adecuada definición facilita la construcción de objetivos, hipótesis y estrategias metodológicas coherentes con la naturaleza del estudio. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta de apoyo que fortalece la identificación de problemas relevantes mediante el análisis automatizado de grandes volúmenes de información científica. De esta manera, los investigadores pueden fundamentar sus estudios sobre evidencias actualizadas y detectar oportunidades de investigación con mayor precisión (Bunge, 2017).

La creciente disponibilidad de publicaciones académicas ha incrementado la complejidad de identificar vacíos en el conocimiento utilizando únicamente métodos tradicionales de revisión bibliográfica. Miles de artículos científicos son publicados diariamente en diferentes disciplinas, dificultando que los investigadores revisen manualmente toda la literatura disponible (Cassirer, 1953). Las herramientas de inteligencia artificial permiten procesar esta información mediante algoritmos de búsqueda semántica, análisis bibliométrico y procesamiento del lenguaje natural, identificando tendencias, inconsistencias y áreas insuficientemente exploradas. Como resultado, la formulación del problema puede sustentarse en un análisis documental más amplio, sistemático y actualizado.

La inteligencia artificial también contribuye a delimitar con mayor precisión el objeto de estudio. Mediante el análisis de documentos científicos, los sistemas inteligentes identifican conceptos recurrentes, variables frecuentemente investigadas, metodologías empleadas y relaciones entre diferentes líneas de investigación. Esta capacidad facilita la construcción de un problema específico, evitando planteamientos excesivamente amplios o poco definidos. Asimismo, permite reconocer la evolución histórica del conocimiento sobre un determinado tema y comprender cómo han cambiado las perspectivas investigativas a lo largo del tiempo, fortaleciendo la fundamentación teórica del estudio (Castelo, 2025).

Otro aporte importante de la inteligencia artificial consiste en la identificación de vacíos científicos o *research gaps*. Estas herramientas comparan resultados de múltiples investigaciones, detectan aspectos insuficientemente estudiados y reconocen inconsistencias entre diferentes autores. Gracias a este análisis automatizado, los investigadores pueden

identificar preguntas aún no resueltas, poblaciones poco exploradas, metodologías escasamente utilizadas o contextos geográficos donde existe limitada producción científica. La detección de estos vacíos incrementa la pertinencia de los proyectos de investigación y favorece la generación de conocimiento original con potencial impacto académico y social (Castañeda, 1987).

Una vez delimitado el problema, la formulación de preguntas de investigación constituye un paso esencial para orientar el desarrollo del estudio. Las preguntas representan interrogantes científicamente fundamentados que buscan explicar fenómenos, establecer relaciones entre variables o comprender determinadas realidades. La inteligencia artificial puede asistir al investigador proponiendo posibles formulaciones derivadas del análisis de literatura especializada, identificando variables relevantes y sugiriendo relaciones conceptuales previamente documentadas. Sin embargo, la decisión final sobre la pertinencia y formulación de las preguntas corresponde exclusivamente al investigador, quien debe considerar los objetivos, el contexto y el enfoque metodológico del estudio.

Las preguntas de investigación deben caracterizarse por ser claras, específicas, viables y susceptibles de responderse mediante procedimientos científicos. Una formulación adecuada evita ambigüedades, delimita el alcance del estudio y facilita la selección del diseño metodológico más apropiado. Las herramientas basadas en inteligencia artificial pueden evaluar la estructura lingüística de las preguntas, identificar redundancias y sugerir mejoras relacionadas con su precisión conceptual. Además, algunas plataformas comparan automáticamente las preguntas propuestas con investigaciones existentes, permitiendo verificar su nivel de originalidad y su contribución potencial al avance del conocimiento científico (Duarte y Velho, 2009).

La inteligencia artificial también fortalece la formulación de problemas en investigaciones interdisciplinarias. Muchos fenómenos contemporáneos, como el cambio climático, la salud pública, la transformación digital o la sostenibilidad, requieren integrar conocimientos provenientes de diversas disciplinas. Los sistemas inteligentes analizan simultáneamente literatura perteneciente a diferentes áreas del conocimiento, identificando conexiones conceptuales que difícilmente serían detectadas mediante revisiones manuales. Esta capacidad favorece la construcción de problemas de investigación más integrales y promueve enfoques científicos orientados a comprender fenómenos complejos desde múltiples perspectivas.

Otra ventaja significativa radica en la posibilidad de realizar procesos continuos de actualización del problema de investigación. A medida que aparecen nuevas publicaciones científicas, las plataformas inteligentes notifican automáticamente investigaciones recientes relacionadas con el tema de estudio, permitiendo ajustar oportunamente el planteamiento del problema y mantener vigente el estado del arte. Esta actualización permanente fortalece la pertinencia científica del proyecto y evita desarrollar investigaciones sobre aspectos que ya han sido suficientemente abordados por la comunidad académica (Sanchez et al., 2025).

No obstante, la utilización de inteligencia artificial durante la formulación del problema presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. Los algoritmos trabajan principalmente sobre información previamente publicada, por lo que pueden tener dificultades para identificar fenómenos emergentes aún poco documentados o contextos específicos con limitada producción científica. Además, los resultados obtenidos dependen de la calidad de las bases de datos consultadas, del idioma de las publicaciones y de la correcta formulación de las consultas realizadas por el investigador. Estas limitaciones hacen indispensable complementar el análisis automatizado con una revisión crítica de la literatura y un adecuado conocimiento del contexto investigado (Blanco y Mesa, 2022).

Desde una perspectiva ética, la formulación del problema apoyada por inteligencia artificial debe preservar la originalidad del pensamiento científico y evitar la dependencia excesiva de las sugerencias generadas por los sistemas inteligentes. La creatividad investigativa continúa siendo una capacidad esencial del investigador, quien debe interpretar críticamente la información disponible, formular interrogantes relevantes y construir propuestas metodológicas innovadoras (Humpiri y Humpri, 2021). La inteligencia artificial facilita el acceso y procesamiento del conocimiento existente, pero no reemplaza la capacidad humana para identificar problemas científicos con significado social, académico o tecnológico.

La inteligencia artificial representa una herramienta de gran utilidad para fortalecer la formulación del problema y la generación de preguntas de investigación. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de literatura científica, identificar vacíos en el conocimiento, reconocer tendencias emergentes y apoyar la construcción de interrogantes bien fundamentados contribuye a mejorar la calidad del proceso investigativo. No obstante, el éxito de su utilización depende de la integración entre las capacidades analíticas de los sistemas inteligentes y el pensamiento crítico del investigador, quien mantiene la responsabilidad de

formular problemas relevantes, metodológicamente viables y orientados a la generación de conocimiento científico original (Ramón y Restrepo, 2023).

2.10 Diseño metodológico asistido por inteligencia artificial

El diseño metodológico constituye una de las fases más importantes del proceso investigativo, ya que establece la estrategia mediante la cual se obtendrán, analizarán e interpretarán los datos necesarios para responder al problema de investigación. En esta etapa se definen aspectos como el enfoque metodológico, el tipo y diseño de investigación, la población y muestra, las variables de estudio, los instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis. La incorporación de la inteligencia artificial (IA) ha fortalecido significativamente este proceso al proporcionar herramientas capaces de analizar literatura científica, sugerir alternativas metodológicas y automatizar diversas tareas relacionadas con la planificación de la investigación. Estas aplicaciones permiten optimizar la toma de decisiones metodológicas sin reemplazar el criterio científico del investigador (Duarte y Velho, 2009).

Las herramientas de inteligencia artificial emplean modelos de procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático y análisis semántico para examinar miles de investigaciones previamente publicadas. A partir de este análisis, pueden identificar los diseños metodológicos más utilizados en una determinada línea de investigación, reconocer instrumentos validados, comparar enfoques cuantitativos y cualitativos, e incluso sugerir técnicas estadísticas acordes con los objetivos planteados. Esta capacidad facilita la selección de procedimientos metodológicos sustentados en evidencia científica y reduce el tiempo destinado a la revisión de antecedentes metodológicos (Morin, 1999).

Otro aporte importante de la inteligencia artificial consiste en la asistencia durante la construcción de instrumentos de investigación. Algunas plataformas permiten generar borradores de cuestionarios, entrevistas, grupos focales, guías de observación y escalas de medición tomando como referencia investigaciones similares previamente publicadas. Asimismo, pueden proponer indicadores, dimensiones y variables coherentes con el marco teórico seleccionado, además de sugerir modificaciones orientadas a mejorar la claridad y consistencia de los ítems. Sin embargo, estos instrumentos deben ser sometidos posteriormente a procesos de validación mediante juicio de expertos, pruebas piloto y análisis de confiabilidad antes de su aplicación definitiva.

La inteligencia artificial también facilita la planificación del análisis de datos al recomendar técnicas estadísticas o procedimientos cualitativos según el diseño metodológico adoptado. Por

ejemplo, puede sugerir pruebas de normalidad, análisis correlacionales, modelos de regresión, análisis factorial, codificación temática o estrategias de triangulación de datos, considerando el tipo de variables, la escala de medición y el tamaño de la muestra (Castañeda, 1987). Esta orientación metodológica contribuye a reducir errores durante la planificación de la investigación y fortalece la coherencia entre los objetivos, las hipótesis y los procedimientos analíticos seleccionados.

A pesar de las ventajas ofrecidas por estas tecnologías, el diseño metodológico continúa siendo una responsabilidad exclusiva del investigador. La inteligencia artificial proporciona recomendaciones basadas en patrones identificados en investigaciones previas, pero carece de la capacidad para comprender completamente el contexto social, cultural o institucional donde se desarrollará el estudio. En consecuencia, todas las decisiones metodológicas deben fundamentarse en el conocimiento científico, la experiencia investigativa y los principios éticos que orientan la producción de conocimiento, utilizando la inteligencia artificial como un recurso complementario que fortalece, pero no sustituye, el razonamiento metodológico (Humpiri y Humpri, 2021).

Tabla 12
Aplicaciones de inteligencia artificial en el diseño metodológico de la investigación científica

Etapas metodológicas	Actividades principales	Aplicaciones de inteligencia artificial	Herramientas o tecnologías utilizadas	Beneficios para la investigación	Aspectos que requieren validación del investigador
Selección del enfoque metodológico	Definición del enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto.	Análisis de investigaciones similares y sugerencias metodológicas.	Modelos de lenguaje, procesamiento del lenguaje natural y minería documental.	Facilita la identificación del enfoque más utilizado en el área de estudio.	Verificar la pertinencia respecto al problema de investigación.
Definición del diseño de investigación	Selección del diseño experimental, descriptivo, correlacional, explicativo, etc.	Comparación automática de diseños metodológicos empleados en estudios previos.	Análisis semántico y aprendizaje automático.	Optimiza la planificación metodológica y reduce tiempos de revisión.	Adaptar el diseño al contexto específico del estudio.

Etapas metodológicas	Actividades principales	Aplicaciones de inteligencia artificial	Herramientas o tecnologías utilizadas	Beneficios para la investigación	Aspectos que requieren validación del investigador
Identificación de variables y categorías	Determinación de dimensiones, indicadores y relaciones conceptuales.	Extracción automática de variables frecuentes y relaciones entre conceptos.	Minería de textos y análisis conceptual.	Favorece la construcción del modelo teórico de investigación.	Revisar la coherencia con el marco teórico seleccionado.
Elaboración de instrumentos	Diseño de cuestionarios, entrevistas, escalas y guías de observación.	Generación preliminar de ítems, sugerencias de redacción y organización temática.	Inteligencia artificial generativa y procesamiento del lenguaje natural.	Incrementa la eficiencia durante la elaboración de instrumentos.	Validar mediante expertos y prueba piloto.
Selección de la muestra	Definición de población, muestra y técnica de muestreo.	Recomendaciones sobre procedimientos muestrales y cálculos preliminares.	Modelos estadísticos inteligentes y asistentes metodológicos.	Mejora la planificación del trabajo de campo.	Confirmar la viabilidad estadística y operativa.
Planificación del análisis de datos	Selección de pruebas estadísticas o procedimientos cualitativos.	Recomendación automática de técnicas analíticas según variables y objetivos.	Aprendizaje automático y sistemas expertos.	Favorece la coherencia entre objetivos y análisis.	Verificar el cumplimiento de supuestos estadísticos y metodológicos.
Organización del cronograma	Distribución temporal de actividades investigativas.	Automatización de cronogramas y asignación inteligente de tareas.	Plataformas de planificación asistidas por IA.	Optimiza la gestión del proyecto de investigación.	Ajustar el cronograma según recursos disponibles.
Documentación metodológica	Elaboración del apartado metodológico del proyecto.	Generación de borradores estructurados y sugerencias editoriales.	Modelos de lenguaje y asistentes de escritura científica.	Agiliza la redacción metodológica y mejora la organización del documento.	Revisar la precisión conceptual y el cumplimiento de normas científicas.

Nota. Elaboración propia con base en aplicaciones contemporáneas de inteligencia artificial utilizadas para apoyar el diseño metodológico de investigaciones científicas.

La información presentada demuestra que la inteligencia artificial puede incorporarse de manera efectiva en las diferentes fases del diseño metodológico, proporcionando apoyo durante la planificación de la investigación y facilitando la selección de estrategias fundamentadas en evidencia científica. Estas herramientas contribuyen a optimizar procesos que tradicionalmente requerían extensas revisiones bibliográficas y múltiples consultas metodológicas (Kuhn, 1962).

No obstante, la utilización de sistemas inteligentes no elimina la necesidad de aplicar criterios científicos rigurosos durante la construcción del diseño metodológico. Aspectos relacionados con la pertinencia del enfoque, la validez de los instrumentos, la selección de la muestra y la elección de las técnicas de análisis deben responder a los objetivos específicos del estudio y a las características particulares del contexto investigado.

Asimismo, el investigador debe evaluar críticamente todas las recomendaciones generadas por la inteligencia artificial, verificando su coherencia con el marco teórico, el problema de investigación y los principios éticos que orientan la producción científica (Obregón, 2002). La supervisión humana garantiza que las decisiones metodológicas mantengan un adecuado nivel de calidad, transparencia y reproducibilidad.

En perspectiva, el desarrollo de herramientas inteligentes especializadas en metodología continuará fortaleciendo la planificación de investigaciones científicas mediante sistemas cada vez más precisos, explicables y adaptables a diferentes disciplinas. La integración equilibrada entre inteligencia artificial y razonamiento metodológico permitirá diseñar estudios más sólidos, eficientes e innovadores, favoreciendo la generación de conocimiento científico de alta calidad (Palamidessi et al., 2014).

2.11 Recolección automatizada de datos científicos

La recolección de datos constituye una etapa esencial del proceso de investigación científica, ya que proporciona la información necesaria para responder las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos planteados. Tradicionalmente, esta fase ha dependido de procedimientos manuales como la aplicación presencial de encuestas, entrevistas, observaciones y registros documentales, los cuales demandan una considerable inversión de tiempo y recursos (Giordano, 2023). El desarrollo de la inteligencia artificial (IA) ha impulsado nuevas formas de obtener información mediante procesos automatizados que incrementan la eficiencia, reducen errores operativos y permiten recopilar grandes volúmenes de datos provenientes de múltiples fuentes. Estas innovaciones han transformado significativamente la manera en que los investigadores desarrollan el trabajo de campo.

La recolección automatizada de datos se basa en la utilización de tecnologías capaces de capturar información sin requerir una intervención humana permanente. Entre estas herramientas se encuentran formularios inteligentes, aplicaciones móviles, sensores digitales, plataformas web, dispositivos conectados mediante Internet de las Cosas (IoT), sistemas de reconocimiento de voz y programas especializados en extracción automatizada de información. Estos recursos permiten registrar datos en tiempo real, mantener una mayor consistencia durante la recopilación y reducir los errores derivados de la transcripción manual. Como consecuencia, los investigadores disponen de bases de datos más completas y estructuradas desde las primeras etapas del estudio (Tamayo et al., 2015).

Una de las aplicaciones más extendidas corresponde a los formularios electrónicos inteligentes utilizados para la aplicación de encuestas. Estas plataformas incorporan mecanismos automáticos de validación que verifican la coherencia de las respuestas, restringen valores fuera de rango, controlan preguntas obligatorias y adaptan el cuestionario según las respuestas proporcionadas por los participantes (Popper, 1963). Asimismo, permiten almacenar la información directamente en bases de datos digitales, eliminando la necesidad de digitación posterior. Este tipo de automatización mejora la calidad de los datos recopilados y facilita el seguimiento del avance del trabajo de campo en investigaciones de gran escala.

La inteligencia artificial también ha fortalecido la recolección de datos cualitativos mediante tecnologías de reconocimiento automático del lenguaje y procesamiento de voz. Actualmente, diversas herramientas permiten transcribir entrevistas, grupos focales y conversaciones con elevados niveles de precisión, reduciendo significativamente el tiempo requerido para transformar registros de audio en documentos textuales. Además, algunos sistemas identifican automáticamente palabras clave, emociones predominantes, temas recurrentes y relaciones entre conceptos, proporcionando un apoyo inicial para el análisis cualitativo. Estas funcionalidades resultan especialmente útiles en investigaciones sociales, educativas y de salud (Falcón y Serpa, 2021).

Otra modalidad de recolección automatizada corresponde al uso de sensores inteligentes y dispositivos conectados que registran información de manera continua. En investigaciones ambientales, biomédicas, agrícolas e industriales, estos sistemas recopilan variables relacionadas con temperatura, humedad, calidad del aire, actividad física, parámetros fisiológicos y funcionamiento de equipos, transmitiendo los datos automáticamente hacia plataformas de almacenamiento y análisis. La disponibilidad de información en tiempo real

permite desarrollar investigaciones longitudinales con un elevado nivel de precisión y reduce considerablemente la posibilidad de errores asociados al registro manual.

El desarrollo del *web scraping* o extracción automatizada de datos desde sitios web representa otra aplicación relevante dentro de la investigación científica. Mediante programas especializados, los investigadores pueden recopilar información publicada en páginas institucionales, bases de datos abiertas, redes sociales, portales gubernamentales y repositorios científicos. Estos procedimientos permiten construir grandes bases de datos para estudios bibliométricos, análisis de opinión pública, investigaciones económicas y monitoreo de fenómenos sociales (Obregón, 2002). No obstante, la utilización de estas técnicas debe respetar las condiciones de uso de las plataformas consultadas y la normativa vigente sobre protección de datos.

La inteligencia artificial también facilita la integración de múltiples fuentes de información dentro de un mismo proceso de investigación. Sistemas inteligentes permiten combinar datos provenientes de cuestionarios, registros administrativos, sensores, imágenes satelitales, documentos digitales y plataformas institucionales, construyendo bases de datos unificadas para análisis posteriores. Esta integración favorece el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias y fortalece la capacidad para comprender fenómenos complejos mediante la triangulación de diferentes tipos de evidencia científica.

Uno de los principales beneficios de la recolección automatizada consiste en la mejora de la calidad de los datos obtenidos. Los sistemas inteligentes incorporan procedimientos de validación automática, detección de inconsistencias, eliminación de registros duplicados y control de integridad durante el proceso de captura de información. Estas funciones disminuyen significativamente los errores asociados con el trabajo de campo y permiten que las bases de datos presenten mayores niveles de precisión antes de iniciar las etapas de procesamiento y análisis. Como resultado, se incrementa la confiabilidad de los hallazgos derivados de la investigación (Ochichi, 2023).

A pesar de las ventajas ofrecidas por estas tecnologías, la recolección automatizada de datos presenta importantes desafíos relacionados con la privacidad, la seguridad de la información y la protección de los participantes. Las investigaciones que utilizan plataformas digitales deben garantizar el consentimiento informado, la confidencialidad de los datos personales y el cumplimiento de las normas éticas establecidas por las instituciones científicas (Hu, 2021). Asimismo, resulta indispensable implementar mecanismos de seguridad que protejan la

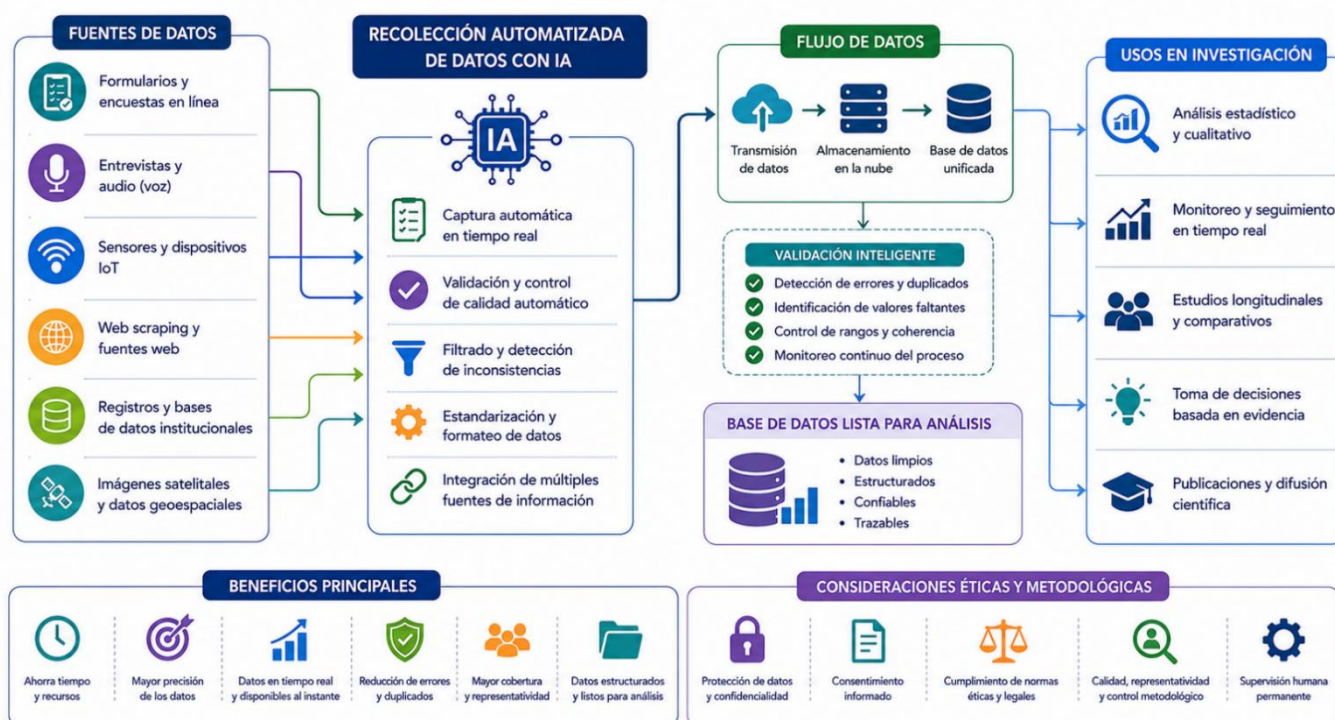
información frente a accesos no autorizados, pérdidas de datos o usos distintos a los objetivos originalmente establecidos por la investigación.

Otro aspecto que requiere atención corresponde a la representatividad y calidad de las fuentes utilizadas para la recopilación automatizada. La facilidad para obtener grandes volúmenes de información no garantiza que los datos sean completos, precisos o representativos de la población estudiada. Los investigadores deben evaluar cuidadosamente los procedimientos de muestreo, verificar la procedencia de los registros obtenidos y controlar posibles sesgos derivados de la automatización (García et al., 2023; Zemelman, 2021). De igual manera, resulta necesario revisar periódicamente el funcionamiento de los sistemas inteligentes para asegurar que mantengan niveles adecuados de precisión durante todo el proceso de recolección.

la recolección automatizada de datos científicos representa uno de los avances más significativos impulsados por la inteligencia artificial dentro de la investigación contemporánea. La integración de formularios inteligentes, sensores digitales, reconocimiento de voz, extracción automatizada de información y plataformas conectadas permite optimizar el trabajo de campo, incrementar la calidad de los datos y reducir significativamente los tiempos de recopilación. No obstante, el aprovechamiento de estas tecnologías requiere combinar innovación digital con criterios metodológicos rigurosos, principios éticos sólidos y una supervisión permanente por parte del investigador, garantizando que la información obtenida contribuya a la generación de conocimiento científico confiable, reproducible y socialmente responsable.

Figura 11

Esquema de la recolección automatizada de datos científicos mediante inteligencia artificial.



Nota. Elaboración propia. La figura resume el proceso de recolección automatizada de datos científicos asistido por inteligencia artificial.

2.12 Procesamiento y depuración inteligente de bases de datos

El procesamiento y la depuración de bases de datos constituyen etapas fundamentales dentro del proceso de investigación científica, ya que determinan la calidad de la información que será utilizada durante el análisis e interpretación de los resultados. Una base de datos puede contener errores de digitación, registros duplicados, valores faltantes, inconsistencias, datos atípicos o formatos incompatibles que afectan la validez de las conclusiones obtenidas. Tradicionalmente, estas actividades se realizaban mediante procedimientos manuales que demandaban una considerable inversión de tiempo. Sin embargo, la incorporación de la inteligencia artificial (IA) ha permitido automatizar gran parte de estas tareas, incrementando la precisión, rapidez y confiabilidad del procesamiento de la información científica.

Tabla 13

Procesamiento y depuración inteligente de bases de datos mediante inteligencia artificial.

La inteligencia artificial automatiza la limpieza, organización y preparación de datos para garantizar información confiable, precisa y lista para el análisis.



¿CÓMO FUNCIONA?



Nota. Elaboración propia. La figura resume las principales etapas del procesamiento y la depuración inteligente de bases de datos apoyadas por inteligencia artificial.

El procesamiento inteligente de datos comprende un conjunto de procedimientos orientados a transformar información bruta en bases de datos estructuradas y preparadas para el análisis. Durante esta etapa, los sistemas inteligentes identifican automáticamente errores de formato, unifican tipos de variables, estandarizan unidades de medida y verifican la consistencia entre

los diferentes registros. Estas operaciones permiten reducir significativamente los errores humanos asociados con el tratamiento manual de grandes volúmenes de información y favorecen la construcción de conjuntos de datos organizados conforme a los requerimientos metodológicos de la investigación (Figuerola et al., 2020).

Una de las principales aplicaciones de la inteligencia artificial corresponde a la detección automática de valores perdidos o datos incompletos. Mediante algoritmos especializados, los sistemas identifican registros con información ausente y aplican diferentes estrategias para su tratamiento, como la imputación estadística, la estimación mediante modelos predictivos o la exclusión controlada de observaciones cuando resulta metodológicamente justificado (Fochler et al., 2025). La selección de la estrategia más adecuada depende del diseño de investigación, del porcentaje de datos faltantes y de la naturaleza de las variables involucradas. Estas decisiones deben ser supervisadas por el investigador para garantizar la integridad del conjunto de datos.

La identificación de registros duplicados representa otra función importante de los sistemas inteligentes. Durante la recopilación de información es frecuente que algunos participantes respondan más de una vez un cuestionario o que los registros sean incorporados repetidamente desde diferentes fuentes. La inteligencia artificial compara automáticamente múltiples variables, identifica coincidencias parciales o completas y propone procedimientos para eliminar duplicaciones sin afectar la estructura general de la base de datos (Hu, 2021). Este proceso mejora la precisión estadística y evita sesgos derivados de la sobre representación de determinados casos.

Los algoritmos de inteligencia artificial también permiten detectar valores atípicos o anomalías que podrían influir negativamente en los resultados del análisis. Mediante técnicas estadísticas, aprendizaje automático y reconocimiento de patrones, los sistemas identifican observaciones que presentan comportamientos significativamente diferentes respecto al resto de los datos. Estas anomalías pueden corresponder a errores de digitación, fallos durante la recolección o casos excepcionales que requieren una evaluación específica. La inteligencia artificial facilita su localización, pero corresponde al investigador determinar si dichos registros deben corregirse, mantenerse o excluirse según criterios metodológicos claramente justificados.

Otra contribución relevante consiste en la normalización y transformación automática de variables. En muchas investigaciones resulta necesario convertir escalas de medición, estandarizar formatos de fecha, unificar categorías de respuesta o transformar variables

numéricas para cumplir determinados supuestos estadísticos. Los sistemas inteligentes ejecutan estas operaciones de manera automatizada, garantizando uniformidad en toda la base de datos y reduciendo la probabilidad de errores derivados de procesos manuales. Esta estandarización favorece la compatibilidad entre diferentes conjuntos de información y facilita la integración de datos provenientes de múltiples fuentes (Humpiri y Humpri, 2021).

La inteligencia artificial también fortalece la integración de bases de datos heterogéneas. En investigaciones interdisciplinarias es común combinar información procedente de cuestionarios, registros institucionales, sensores, plataformas digitales, imágenes satelitales o repositorios científicos. Los sistemas inteligentes permiten relacionar automáticamente estos conjuntos de datos mediante identificadores comunes, algoritmos de coincidencia y procedimientos de vinculación semántica, construyendo bases unificadas listas para su posterior análisis. Esta capacidad amplía considerablemente las posibilidades metodológicas de la investigación contemporánea y favorece estudios con enfoques multidimensionales.

Otro avance significativo corresponde al uso de algoritmos de aprendizaje automático para optimizar la calidad de los datos. Estos modelos aprenden progresivamente a identificar patrones de error, inconsistencias recurrentes y comportamientos anómalos a partir de experiencias previas, incrementando la precisión de los procesos de depuración conforme aumenta la cantidad de información procesada. Gracias a este aprendizaje continuo, los sistemas inteligentes pueden anticipar problemas potenciales y proponer acciones correctivas antes de que los errores afecten las etapas posteriores del análisis estadístico o cualitativo (Bautista, 2022).

A pesar de los importantes beneficios ofrecidos por la inteligencia artificial, el procesamiento automatizado de bases de datos presenta ciertas limitaciones. Los algoritmos pueden interpretar incorrectamente determinadas observaciones cuando trabajan con información altamente especializada, datos incompletos o variables cuyo significado depende del contexto investigativo. Asimismo, la automatización excesiva puede conducir a modificaciones inapropiadas si los criterios de procesamiento no han sido correctamente configurados. Estas limitaciones resaltan la importancia de mantener una supervisión metodológica permanente durante todas las etapas de depuración de la información (Giordano, 2023).

Desde la perspectiva ética y científica, el procesamiento inteligente de datos debe garantizar la integridad de la información original y la transparencia de todas las transformaciones realizadas. Las modificaciones aplicadas sobre la base de datos deben documentarse

adecuadamente, permitiendo que otros investigadores comprendan los procedimientos utilizados y puedan reproducir los análisis desarrollados (Bautista, 2022). Además, resulta indispensable proteger la confidencialidad de los datos personales durante todo el proceso de tratamiento automatizado, especialmente cuando la investigación involucra información sensible relacionada con personas, instituciones o comunidades.

El procesamiento y la depuración inteligente de bases de datos representan componentes esenciales para garantizar la calidad de la investigación científica apoyada por inteligencia artificial. La automatización de procesos como la detección de errores, el tratamiento de valores perdidos, la eliminación de duplicados, la identificación de anomalías y la integración de diferentes fuentes de información fortalece la confiabilidad de las bases de datos y optimiza el trabajo metodológico del investigador. No obstante, la eficacia de estas tecnologías depende de su utilización responsable, de la aplicación de criterios científicos rigurosos y de una supervisión humana permanente que asegure la validez, reproducibilidad y transparencia de los resultados obtenidos (Humpiri y Humpri, 2021).

2.13 Análisis predictivo y reconocimiento de patrones

El análisis predictivo constituye una de las aplicaciones más relevantes de la inteligencia artificial (IA) en la investigación científica, ya que permite estimar comportamientos futuros a partir del análisis de datos históricos y actuales. Mediante algoritmos de aprendizaje automático y técnicas estadísticas avanzadas, estos modelos identifican relaciones entre variables y generan predicciones que apoyan la toma de decisiones basada en evidencia. A diferencia de los enfoques descriptivos tradicionales, que se centran en explicar hechos ocurridos, el análisis predictivo busca anticipar escenarios probables y comprender la dinámica de fenómenos complejos. Esta capacidad ha impulsado importantes avances en disciplinas como medicina, educación, economía, ingeniería, ciencias ambientales y ciencias sociales (Bachelard, 1938).

El funcionamiento del análisis predictivo se basa en la construcción de modelos matemáticos entrenados con grandes volúmenes de datos. Durante el proceso de entrenamiento, los algoritmos identifican regularidades, tendencias y asociaciones entre las variables de estudio, ajustando progresivamente sus parámetros para mejorar la precisión de las predicciones (García et al., 2023). Una vez entrenado, el modelo puede analizar nuevos datos y estimar resultados futuros con un determinado nivel de confianza. La calidad de las predicciones depende de factores como la representatividad de los datos, la selección adecuada del algoritmo y la correcta validación del modelo antes de su aplicación práctica.

Uno de los componentes esenciales del análisis predictivo es el reconocimiento de patrones, entendido como la capacidad de identificar estructuras recurrentes dentro de grandes conjuntos de información. Los algoritmos de inteligencia artificial analizan simultáneamente miles o millones de registros para descubrir relaciones que difícilmente podrían detectarse mediante procedimientos convencionales. Estos patrones pueden representar comportamientos repetitivos, agrupaciones naturales, asociaciones entre variables o tendencias temporales que permiten comprender mejor los fenómenos investigados. En consecuencia, el reconocimiento automático de patrones amplía significativamente las posibilidades analíticas disponibles para los investigadores (Falcón y Serpa, 2021).

Las técnicas de aprendizaje supervisado constituyen una de las metodologías más utilizadas en el análisis predictivo. En este enfoque, los algoritmos aprenden a partir de datos previamente etiquetados, donde las respuestas correctas son conocidas durante el entrenamiento (Blanco y Mesa, 2022). Modelos como la regresión logística, los árboles de decisión, los bosques aleatorios, las máquinas de soporte vectorial y las redes neuronales artificiales permiten construir sistemas capaces de clasificar información y predecir resultados futuros con elevados niveles de precisión. Estas técnicas son ampliamente utilizadas para pronosticar riesgos, identificar factores asociados y estimar la ocurrencia de determinados eventos científicos.

El aprendizaje no supervisado también desempeña un papel importante en el reconocimiento de patrones. A diferencia del aprendizaje supervisado, estos algoritmos trabajan con información que no posee categorías previamente definidas y buscan descubrir automáticamente agrupaciones o estructuras ocultas dentro de los datos. Técnicas como el análisis de conglomerados (*clustering*) y la reducción de dimensionalidad permiten segmentar poblaciones, identificar perfiles similares y simplificar conjuntos de datos complejos. Estas metodologías resultan especialmente útiles en investigaciones exploratorias, donde el objetivo consiste en descubrir nuevas relaciones antes de formular hipótesis específicas (Blanco y Mesa, 2022).

En el ámbito de las ciencias de la salud, el análisis predictivo ha permitido desarrollar modelos capaces de anticipar la aparición de enfermedades, estimar la evolución clínica de los pacientes y optimizar tratamientos personalizados. Mediante el análisis de historias clínicas, imágenes médicas, datos genómicos y registros epidemiológicos, los algoritmos identifican factores de riesgo y generan predicciones que apoyan la toma de decisiones médicas. Estas aplicaciones contribuyen al fortalecimiento de la medicina preventiva y favorecen una atención sanitaria

más eficiente, basada en evidencia científica y en el procesamiento inteligente de grandes volúmenes de información (Lopardo, 2024).

En el campo educativo, la inteligencia artificial utiliza el análisis predictivo para identificar estudiantes con riesgo de bajo rendimiento académico, deserción escolar o dificultades específicas de aprendizaje. Los modelos analizan variables relacionadas con el desempeño académico, la asistencia, la participación en plataformas virtuales y otros indicadores educativos, permitiendo que docentes e instituciones implementen estrategias de intervención temprana (Castelo, 2025). Asimismo, el reconocimiento de patrones contribuye al diseño de programas educativos personalizados y al fortalecimiento de procesos de evaluación continua sustentados en información objetiva.

Las ciencias sociales también se benefician del análisis predictivo mediante la identificación de tendencias relacionadas con fenómenos económicos, demográficos, políticos y culturales. El procesamiento de grandes bases de datos provenientes de censos, encuestas, redes sociales y registros institucionales permite comprender comportamientos colectivos y proyectar escenarios futuros que apoyan la formulación de políticas públicas. En estas investigaciones, la inteligencia artificial facilita el análisis de fenómenos complejos caracterizados por múltiples variables interrelacionadas, fortaleciendo la capacidad para explicar y anticipar cambios sociales.

A pesar de sus múltiples ventajas, el análisis predictivo presenta limitaciones relacionadas con la calidad de los datos utilizados durante el entrenamiento de los modelos. Bases de datos incompletas, sesgadas o poco representativas pueden generar predicciones inexactas y reproducir desigualdades existentes en la información original. Además, algunos algoritmos complejos funcionan como sistemas de difícil interpretación, lo que limita la comprensión de los factores que explican determinadas predicciones. Estas limitaciones hacen indispensable validar rigurosamente los modelos y complementar los resultados con el análisis crítico del investigador (Falcón y Serpa, 2021).

Desde una perspectiva ética, el uso del análisis predictivo requiere garantizar la transparencia, la equidad y la protección de los datos utilizados. Los investigadores deben documentar los procedimientos empleados para construir los modelos, verificar la ausencia de sesgos discriminatorios y asegurar que las predicciones no generen decisiones injustificadas sobre personas o grupos específicos (Falcón y Serpa, 2021). Asimismo, resulta fundamental respetar la privacidad de los participantes y cumplir la normativa vigente relacionada con el tratamiento

de datos personales, fortaleciendo la confianza en la utilización responsable de la inteligencia artificial dentro de la investigación científica.

El análisis predictivo y el reconocimiento de patrones representan herramientas estratégicas para ampliar las capacidades analíticas de la investigación científica. Su aplicación permite anticipar comportamientos, identificar relaciones complejas entre variables y descubrir información valiosa que fortalece la generación de conocimiento. No obstante, la eficacia de estos modelos depende de la calidad de los datos, de la adecuada selección de algoritmos y de la supervisión metodológica permanente por parte del investigador (Hu, 2021). La integración equilibrada entre inteligencia artificial, análisis estadístico y pensamiento crítico permitirá desarrollar investigaciones más precisas, reproducibles e innovadoras, orientadas a comprender y resolver los desafíos científicos de la sociedad contemporánea.

2.14 Interpretación de resultados mediante modelos inteligentes

La interpretación de resultados constituye una de las etapas más importantes del proceso investigativo, ya que permite otorgar significado científico a los datos obtenidos durante el análisis. No basta con identificar relaciones estadísticas o describir tendencias observadas; el investigador debe explicar cómo estos hallazgos responden a las preguntas de investigación, contrastarlos con el marco teórico y valorar sus implicaciones para el conocimiento existente. En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha incorporado modelos inteligentes capaces de asistir en esta fase mediante el análisis automatizado de grandes volúmenes de información, la identificación de patrones complejos y la generación de explicaciones preliminares. Estas herramientas fortalecen el proceso interpretativo al proporcionar perspectivas adicionales que enriquecen el razonamiento científico (Garritz, 2004).

Los modelos inteligentes empleados en la interpretación de resultados integran tecnologías como el aprendizaje automático, el aprendizaje profundo, el procesamiento del lenguaje natural y la analítica avanzada. Estos sistemas analizan simultáneamente múltiples variables, detectan relaciones no lineales, reconocen tendencias ocultas y establecen asociaciones que podrían pasar inadvertidas mediante procedimientos convencionales. Además, algunos algoritmos son capaces de generar descripciones automáticas de los resultados utilizando lenguaje natural, facilitando la comprensión de información estadística compleja por parte de investigadores, estudiantes y otros usuarios interesados en los hallazgos científicos.

Una de las principales ventajas de estos modelos radica en su capacidad para comparar automáticamente los resultados obtenidos con investigaciones previamente publicadas.

Mediante el análisis semántico de literatura científica, la inteligencia artificial identifica coincidencias, diferencias y tendencias entre los nuevos hallazgos y la evidencia disponible. Este procedimiento facilita la elaboración de la discusión científica, ya que permite reconocer si los resultados confirman teorías existentes, contradicen investigaciones previas o aportan nuevos elementos para comprender el fenómeno estudiado (García et al., 2023). De esta manera, la interpretación se fundamenta en una revisión más amplia y actualizada del conocimiento científico.

Los modelos inteligentes también favorecen la identificación de relaciones complejas entre variables que no siempre son evidentes mediante análisis tradicionales. En investigaciones con múltiples dimensiones o grandes bases de datos, los algoritmos detectan interacciones, agrupamientos y dependencias que enriquecen la comprensión del fenómeno investigado. Estas capacidades resultan especialmente útiles en estudios interdisciplinarios, donde intervienen numerosos factores relacionados entre sí y donde la interpretación requiere integrar información proveniente de diferentes fuentes y niveles de análisis (Fochler et al., 2025).

Otra aplicación importante corresponde a la generación automatizada de explicaciones descriptivas de tablas, gráficos y modelos estadísticos. Diversas plataformas utilizan procesamiento del lenguaje natural para convertir resultados numéricos en narrativas comprensibles, destacando tendencias relevantes, diferencias significativas y posibles implicaciones metodológicas (Flores y Gallegos, 1993). Estas funciones agilizan la redacción de los apartados de resultados y discusión, aunque la interpretación definitiva continúa dependiendo del conocimiento especializado del investigador y de su capacidad para contextualizar adecuadamente los hallazgos dentro del marco conceptual del estudio.

Figura 12

Ciclo de Interpretación de Resultados Asistida por IA



Nota. Elaboración propia. La figura representa el ciclo de interpretación de resultados asistido por inteligencia artificial como apoyo al razonamiento científico y al análisis de los hallazgos de investigación.

La inteligencia artificial también fortalece la interpretación mediante sistemas de visualización inteligente que representan gráficamente relaciones complejas entre variables. Paneles interactivos, mapas de calor, diagramas de redes, gráficos tridimensionales y representaciones dinámicas permiten explorar los datos desde diferentes perspectivas y descubrir patrones que serían difíciles de identificar mediante tablas tradicionales. Estas visualizaciones facilitan la comprensión de fenómenos complejos y favorecen la comunicación efectiva de los resultados tanto dentro de la comunidad científica como hacia otros sectores interesados en la investigación (De la Cruz, 2017).

En investigaciones predictivas, los modelos inteligentes permiten interpretar la importancia relativa de las variables incluidas en un algoritmo de aprendizaje automático. Técnicas de inteligencia artificial explicable (*Explainable Artificial Intelligence* o XAI) muestran cuáles factores influyen con mayor intensidad sobre las predicciones realizadas por el modelo y cómo interactúan entre sí. Esta información incrementa la transparencia de los sistemas inteligentes

y fortalece la confianza en las conclusiones derivadas del análisis automatizado, aspecto especialmente relevante en investigaciones con implicaciones sociales, educativas o sanitarias.

A pesar de sus importantes contribuciones, la interpretación de resultados mediante inteligencia artificial presenta limitaciones que deben considerarse cuidadosamente. Los algoritmos identifican relaciones estadísticas y patrones matemáticos, pero no poseen comprensión contextual ni capacidad para valorar aspectos históricos, culturales, sociales o éticos que influyen sobre los fenómenos investigados (Jaramillo y Valverde, 2025). Además, algunos modelos pueden producir explicaciones aparentemente coherentes que carecen de fundamento científico cuando los datos utilizados durante el entrenamiento presentan errores, sesgos o insuficiente representatividad. Estas limitaciones hacen indispensable mantener una supervisión crítica durante todo el proceso interpretativo.

Desde el punto de vista metodológico, la interpretación apoyada por modelos inteligentes debe integrarse con el conocimiento disciplinar del investigador y con los fundamentos teóricos que orientan la investigación. Ningún algoritmo puede sustituir la capacidad humana para establecer relaciones causales, valorar implicaciones prácticas o construir explicaciones científicas sustentadas en evidencia contextualizada (Figuerola et al., 2020). La inteligencia artificial proporciona información complementaria que enriquece el análisis, pero corresponde al investigador determinar la relevancia de los hallazgos, contrastarlos con la literatura existente y formular conclusiones coherentes con los objetivos del estudio.

La utilización responsable de modelos inteligentes también requiere observar principios éticos relacionados con la transparencia, la reproducibilidad y la comunicación científica. Los investigadores deben documentar claramente las herramientas empleadas, explicar cómo fueron generadas las interpretaciones asistidas por inteligencia artificial y verificar rigurosamente todas las afirmaciones antes de incorporarlas al informe final. Asimismo, resulta recomendable combinar diferentes fuentes de evidencia y aplicar procesos de triangulación metodológica que permitan fortalecer la credibilidad de las interpretaciones realizadas mediante sistemas automatizados.

La interpretación de resultados mediante modelos inteligentes representa uno de los avances más significativos de la inteligencia artificial aplicada a la investigación científica. Estas tecnologías facilitan la identificación de patrones complejos, apoyan la comparación con investigaciones previas, generan explicaciones preliminares y fortalecen la comprensión de fenómenos multidimensionales. No obstante, la construcción del conocimiento científico

continúa dependiendo del pensamiento crítico, la experiencia metodológica y la capacidad analítica del investigador. La integración equilibrada entre inteligencia artificial y juicio científico permitirá desarrollar interpretaciones más sólidas, transparentes y fundamentadas, contribuyendo al avance de una investigación cada vez más rigurosa e innovadora (Figuerola et al., 2020).

2.15 Validación, reproducibilidad y comunicación de los hallazgos

La validación, la reproducibilidad y la comunicación de los hallazgos constituyen etapas esenciales del proceso de investigación científica, ya que garantizan que los resultados obtenidos sean confiables, verificables y útiles para la comunidad académica. Una investigación no culmina con el análisis de los datos, sino con la demostración de que los procedimientos utilizados fueron rigurosos y que los resultados pueden ser comprendidos, evaluados y replicados por otros investigadores (Castelo, 2025). En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ofrece herramientas que fortalecen estos procesos mediante la automatización de verificaciones, la documentación sistemática de procedimientos y la optimización de la difusión del conocimiento científico.

La validación científica consiste en comprobar que los resultados obtenidos representan adecuadamente el fenómeno investigado y que los procedimientos metodológicos empleados fueron correctos. En investigaciones cuantitativas, esta etapa incluye la evaluación de la validez de los instrumentos, la comprobación de supuestos estadísticos y la consistencia de los modelos analíticos. En investigaciones cualitativas, implica verificar la credibilidad, la transferibilidad y la coherencia de las interpretaciones realizadas. Las herramientas de inteligencia artificial contribuyen a este proceso mediante la detección automática de inconsistencias, la comparación de resultados con investigaciones similares y la evaluación preliminar de la calidad de los datos utilizados durante el estudio (Giordano, 2023).

La reproducibilidad constituye uno de los principios fundamentales del método científico, ya que permite que otros investigadores repitan un estudio siguiendo los mismos procedimientos y obtengan resultados comparables. La inteligencia artificial favorece este principio mediante la automatización del procesamiento de datos, la documentación de flujos de trabajo y la conservación de registros detallados sobre cada etapa del análisis. Plataformas especializadas permiten almacenar versiones de bases de datos, scripts de programación, configuraciones de algoritmos y procedimientos estadísticos, facilitando que futuras investigaciones reproduzcan

exactamente las condiciones bajo las cuales fueron obtenidos los resultados originales (Bachelard, 1938).

Otro aporte importante de la inteligencia artificial consiste en el fortalecimiento de la trazabilidad del proceso investigativo. La trazabilidad implica registrar de forma sistemática todas las decisiones metodológicas tomadas durante el desarrollo de la investigación, desde la recolección de datos hasta la interpretación de los resultados. Los sistemas inteligentes permiten documentar automáticamente modificaciones realizadas sobre las bases de datos, parámetros utilizados durante el entrenamiento de modelos predictivos, procedimientos de limpieza de información y cambios efectuados durante el análisis (Ramón y Restrepo, 2023). Esta documentación incrementa la transparencia del estudio y facilita las auditorías científicas cuando resultan necesarias.

La validación también se beneficia del uso de algoritmos capaces de identificar posibles errores metodológicos antes de la publicación de los resultados. Diversas herramientas revisan automáticamente inconsistencias en los datos, detectan valores atípicos, verifican la coherencia entre tablas y gráficos, comprueban cálculos estadísticos y analizan la correspondencia entre los objetivos, la metodología y las conclusiones del estudio. Estas funciones reducen la probabilidad de errores involuntarios y fortalecen la calidad científica de los manuscritos antes de su evaluación por pares o publicación en revistas académicas (Figuerola et al., 2020).

La inteligencia artificial ha impulsado además importantes avances en la comunicación científica mediante herramientas que facilitan la elaboración de informes, artículos, presentaciones y materiales de divulgación. Modelos de procesamiento del lenguaje natural apoyan la redacción de resúmenes, la organización de resultados y la adaptación del contenido a diferentes públicos académicos (García et al., 2023). Asimismo, aplicaciones especializadas permiten generar gráficos interactivos, infografías, mapas conceptuales y visualizaciones dinámicas que mejoran la comprensión de los hallazgos y favorecen una comunicación más efectiva de la evidencia científica.

Otra transformación significativa corresponde al fortalecimiento de la ciencia abierta (*Open Science*), promovida mediante plataformas digitales que facilitan el intercambio de datos, códigos de programación, protocolos metodológicos y publicaciones científicas. La inteligencia artificial contribuye a organizar estos recursos, indexarlos automáticamente y facilitar su localización por parte de otros investigadores. Esta apertura incrementa la transparencia, favorece la colaboración internacional y permite que nuevos estudios reutilicen

información previamente generada, acelerando el avance del conocimiento científico y reduciendo la duplicación innecesaria de esfuerzos investigativos (Ochichi, 2023).

A pesar de estas ventajas, la utilización de inteligencia artificial durante la validación y comunicación de los hallazgos presenta desafíos importantes. Algunos sistemas pueden generar interpretaciones excesivamente simplificadas, producir resúmenes que omiten información relevante o incorporar errores derivados de limitaciones en los modelos utilizados. Asimismo, la automatización no garantiza por sí sola la calidad metodológica del estudio, ya que la validez de los resultados continúa dependiendo del diseño de investigación, de la calidad de los datos y de la correcta aplicación de los procedimientos científicos. Estas limitaciones hacen indispensable mantener una revisión crítica antes de difundir cualquier resultado generado con apoyo de inteligencia artificial.

Desde la perspectiva ética, la comunicación de hallazgos asistida por inteligencia artificial debe desarrollarse con total transparencia. Los investigadores tienen la responsabilidad de declarar el uso de herramientas inteligentes cuando estas hayan contribuido significativamente al análisis, la redacción o la presentación de los resultados. Además, deben verificar cuidadosamente toda la información generada automáticamente, garantizar la correcta atribución de las fuentes utilizadas y evitar la incorporación de afirmaciones carentes de respaldo empírico. Estas prácticas fortalecen la integridad científica y mantienen la confianza de la comunidad académica en los resultados publicados (Callirgos et al., 2022).

La reproducibilidad también depende de la adecuada conservación y gestión de los datos de investigación. Las instituciones científicas promueven actualmente el almacenamiento seguro de bases de datos, códigos analíticos y documentación metodológica en repositorios institucionales o plataformas de acceso abierto (Acevedo et al., 2017). La inteligencia artificial facilita la organización de estos recursos mediante sistemas automatizados de catalogación, clasificación y recuperación documental, incrementando la disponibilidad de la información para futuras investigaciones y favoreciendo el desarrollo de proyectos colaborativos a escala nacional e internacional.

La validación, la reproducibilidad y la comunicación de los hallazgos representan científica apoyada por inteligencia artificial. Las tecnologías inteligentes fortalecen estos procesos mediante la automatización de verificaciones, la documentación sistemática de procedimientos, la optimización de la comunicación científica y el impulso de prácticas asociadas con la ciencia abierta. Sin embargo, el éxito de estas aplicaciones depende de la

combinación entre herramientas tecnológicas, rigor metodológico, principios éticos y pensamiento crítico por parte del investigador. Solo mediante esta integración será posible desarrollar investigaciones transparentes, reproducibles y orientadas a generar conocimiento confiable que contribuya al avance científico y al bienestar de la sociedad (Zona y Giraldo, 2017).

A vertical decorative strip on the left side of the page. The top part shows a close-up of a microscope's objective lens and stage. Below that is a glowing green DNA double helix. The bottom part features abstract geometric shapes in shades of teal and grey.

Capítulo

04.

**Ética e integridad científica
en la inteligencia artificial**

A large, faint graphic in the bottom right corner. It consists of a network of thin grey lines connecting various teal-colored dots of different sizes. Some of the dots are arranged in a grid-like pattern, while others are scattered. The overall shape of the network is roughly circular, with some lines extending outwards.

2.16 Principios éticos aplicados al uso de inteligencia artificial

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la investigación científica ha generado importantes oportunidades para fortalecer la producción de conocimiento, optimizar el análisis de datos y automatizar numerosas actividades metodológicas. Sin embargo, su creciente utilización también plantea desafíos éticos que requieren una reflexión profunda sobre la manera en que estas tecnologías deben emplearse dentro del ámbito académico. La ética en la investigación científica busca garantizar que el desarrollo del conocimiento respete principios fundamentales relacionados con la dignidad humana, la justicia, la transparencia y la responsabilidad. En consecuencia, el uso de la inteligencia artificial debe integrarse dentro de un marco ético que asegure que sus beneficios contribuyan al bienestar social sin comprometer la integridad de la ciencia (Arias y Artigas, 2022).

Uno de los principios éticos más importantes es el de beneficencia, que establece que toda investigación debe orientarse a generar beneficios para la sociedad y minimizar los posibles riesgos derivados de su desarrollo. En el contexto de la inteligencia artificial, este principio implica utilizar las herramientas inteligentes para fortalecer la calidad de la investigación, mejorar la toma de decisiones y facilitar el acceso al conocimiento científico. Asimismo, exige evaluar continuamente el impacto que estas tecnologías pueden tener sobre las personas, las instituciones y las comunidades involucradas en los procesos investigativos, promoviendo aplicaciones responsables que contribuyan al desarrollo científico y social.

Vinculado al principio de beneficencia se encuentra el principio de no maleficencia, el cual establece que las acciones desarrolladas durante la investigación no deben causar daño a los participantes ni generar consecuencias negativas evitables. En el uso de inteligencia artificial, este principio adquiere especial relevancia debido a la posibilidad de que los algoritmos reproduzcan errores, sesgos o interpretaciones incorrectas que afecten la calidad de las decisiones científicas (Bokulich, 2011). Los investigadores tienen la responsabilidad de verificar rigurosamente los resultados generados por los sistemas inteligentes y evitar que estos sean utilizados para producir información engañosa, discriminatoria o metodológicamente incorrecta.

El principio de justicia constituye otro componente esencial de la ética aplicada a la inteligencia artificial. Este principio promueve la igualdad de oportunidades, el trato equitativo y la ausencia de discriminación durante todas las etapas del proceso investigativo. Los algoritmos de inteligencia artificial pueden reproducir desigualdades presentes en los datos utilizados

durante su entrenamiento, generando resultados que favorezcan o perjudiquen injustificadamente a determinados grupos sociales. Por esta razón, los investigadores deben evaluar cuidadosamente la representatividad de las bases de datos, identificar posibles sesgos y adoptar medidas orientadas a garantizar resultados equitativos y científicamente válidos (Hu, 2021).

La autonomía representa un principio fundamental cuando la investigación involucra personas como participantes. Toda persona tiene derecho a decidir libremente si desea participar en un estudio y conocer de manera clara el uso que se dará a su información. En investigaciones apoyadas por inteligencia artificial, este principio exige informar adecuadamente sobre los procedimientos automatizados de recopilación, procesamiento y análisis de datos, obteniendo un consentimiento informado explícito antes de utilizar información personal (Figueroa et al., 2020). Además, los participantes deben conocer sus derechos respecto al acceso, corrección y eliminación de los datos proporcionados durante la investigación.

La transparencia constituye otro principio ético indispensable para garantizar la confianza en la investigación científica asistida por inteligencia artificial. Los investigadores deben documentar claramente qué herramientas fueron utilizadas, cuáles fueron sus funciones dentro del estudio y cómo influyeron en la obtención, análisis e interpretación de los resultados. Asimismo, resulta importante describir los procedimientos metodológicos aplicados y las limitaciones de los algoritmos empleados, permitiendo que otros investigadores comprendan el proceso desarrollado y evalúen la calidad de la investigación. La transparencia fortalece la reproducibilidad y favorece la credibilidad de los hallazgos científicos (Jaramillo y Valverde, 2025).

La explicabilidad complementa el principio de transparencia al enfatizar la necesidad de comprender el funcionamiento de los modelos inteligentes utilizados durante la investigación. Algunos algoritmos avanzados, especialmente aquellos basados en aprendizaje profundo, generan resultados altamente precisos pero difíciles de interpretar debido a su complejidad interna. Esta situación puede dificultar la justificación de determinadas conclusiones científicas. En respuesta a este desafío, han surgido enfoques de inteligencia artificial explicable (*Explainable Artificial Intelligence*), orientados a desarrollar modelos cuyos resultados puedan ser comprendidos y evaluados por investigadores, revisores y demás integrantes de la comunidad científica.

La responsabilidad científica constituye un principio transversal que establece que el investigador mantiene la responsabilidad absoluta sobre todas las decisiones adoptadas durante el proceso investigativo, incluso cuando utiliza herramientas basadas en inteligencia artificial. Ningún sistema inteligente puede asumir la autoría ni la responsabilidad ética sobre los resultados obtenidos, las interpretaciones realizadas o las conclusiones formuladas (Ramón y Restrepo, 2023). Corresponde al investigador verificar la exactitud de la información generada, corregir posibles errores y garantizar que el estudio cumpla los estándares metodológicos y éticos exigidos por la comunidad académica.

Otro principio relevante corresponde a la protección de la privacidad y la confidencialidad de la información utilizada durante la investigación. La inteligencia artificial requiere, en muchos casos, grandes volúmenes de datos para entrenar modelos predictivos o realizar análisis complejos, lo que incrementa la importancia de implementar medidas adecuadas para proteger la identidad de los participantes. La anonimización de los datos, el almacenamiento seguro de la información y el cumplimiento de la normativa sobre protección de datos personales constituyen prácticas indispensables para preservar la confianza de los participantes y garantizar el uso ético de las tecnologías inteligentes (Garritz, 2004).

El respeto por la integridad científica también ocupa un lugar central dentro de los principios éticos aplicados a la inteligencia artificial. Las herramientas generativas ofrecen importantes beneficios para apoyar la redacción, organización y análisis de información; sin embargo, su utilización inadecuada puede favorecer prácticas como el plagio, la fabricación de datos o la generación de referencias inexistentes. En consecuencia, los investigadores deben utilizar estas tecnologías como instrumentos de apoyo, verificando cuidadosamente toda la información producida y evitando que los sistemas inteligentes sustituyan el razonamiento crítico, la creatividad y la originalidad que caracterizan a la investigación científica.

Los principios éticos aplicados al uso de la inteligencia artificial constituyen el marco que orienta una investigación científica responsable, transparente y comprometida con el bienestar social. Beneficencia, no maleficencia, justicia, autonomía, transparencia, explicabilidad, responsabilidad, privacidad e integridad científica conforman un conjunto de valores que permiten aprovechar el potencial de las tecnologías inteligentes sin comprometer la calidad del conocimiento generado. La inteligencia artificial representa una herramienta poderosa para fortalecer la investigación contemporánea, pero su verdadero aporte dependerá de la capacidad

de los investigadores para utilizarla con criterio ético, rigor metodológico y una permanente responsabilidad frente a la sociedad y la comunidad científica (Arias y Artigas, 2022).

2.17 Transparencia y declaración del uso de herramientas inteligentes

La transparencia constituye uno de los pilares fundamentales de la investigación científica, ya que garantiza que los procedimientos, decisiones metodológicas y resultados obtenidos puedan ser comprendidos, evaluados y reproducidos por otros investigadores. Con la incorporación de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA), este principio ha adquirido una importancia aún mayor, debido a que muchas de estas tecnologías intervienen en procesos relacionados con la búsqueda bibliográfica, el análisis de datos, la redacción académica y la interpretación de resultados (Figuerola et al., 2020). En consecuencia, la comunidad científica ha promovido la necesidad de declarar de manera explícita el uso de herramientas inteligentes durante el desarrollo de las investigaciones, fortaleciendo la confianza en la producción del conocimiento y preservando la integridad académica.

La declaración del uso de inteligencia artificial implica informar de manera clara cuándo, cómo y con qué finalidad se emplearon estas herramientas durante el proceso investigativo. Esta información permite que revisores, editores y lectores comprendan el alcance de la participación de los sistemas inteligentes en cada etapa del estudio. Además, facilita la evaluación crítica de los procedimientos metodológicos y contribuye a mantener la trazabilidad del trabajo científico. La transparencia no busca restringir el uso de la inteligencia artificial, sino promover su utilización responsable mediante la documentación adecuada de todas las actividades apoyadas por estas tecnologías (Humpiri y Humpri, 2021).

Las principales editoriales científicas y organismos internacionales han desarrollado recomendaciones específicas relacionadas con la declaración del uso de inteligencia artificial. Aunque existen diferencias entre las políticas institucionales, la mayoría coincide en que las herramientas inteligentes pueden utilizarse para apoyar actividades como la revisión del lenguaje, la organización documental, la traducción o la síntesis de información, siempre que el investigador mantenga el control sobre el contenido final. Asimismo, estas organizaciones establecen que la inteligencia artificial no puede ser considerada autora de un trabajo científico, ya que carece de responsabilidad intelectual y no puede responder por la veracidad de los resultados publicados.

La transparencia también exige describir las herramientas específicas utilizadas durante la investigación. Resulta recomendable indicar el nombre de la aplicación, la versión empleada,

la fecha aproximada de utilización y la función que desempeñó dentro del estudio. Cuando la inteligencia artificial interviene en procesos de análisis de datos, procesamiento del lenguaje natural o generación de contenido, también es conveniente explicar cómo fueron verificados los resultados obtenidos y cuáles procedimientos se aplicaron para garantizar su precisión. Esta información fortalece la reproducibilidad del estudio y facilita futuras investigaciones que deseen utilizar metodologías similares (Falcón y Serpa, 2021).

En investigaciones donde la inteligencia artificial participa en el análisis cuantitativo o cualitativo, la declaración metodológica adquiere un papel especialmente relevante. Los investigadores deben especificar si los algoritmos fueron utilizados para clasificar datos, detectar patrones, realizar predicciones, apoyar la codificación de información cualitativa o generar visualizaciones automáticas (Bunge, 2017). Además, resulta importante documentar las decisiones metodológicas tomadas durante el procesamiento de los datos y aclarar cuáles actividades fueron realizadas directamente por los investigadores y cuáles fueron asistidas mediante sistemas inteligentes. Esta diferenciación incrementa la claridad del proceso científico.

La utilización de modelos generativos durante la redacción académica también requiere elevados niveles de transparencia. Cuando estas herramientas contribuyen a la elaboración de borradores, reformulación de textos, traducción o mejora del estilo de escritura, su participación debe ser reconocida de acuerdo con las políticas establecidas por la institución o la revista científica correspondiente. No obstante, la responsabilidad sobre la originalidad, precisión y calidad del contenido continúa siendo exclusiva del investigador. La declaración transparente evita interpretaciones erróneas respecto a la autoría intelectual y fortalece la credibilidad del documento científico (Castañeda, 1987).

Otro aspecto importante consiste en la documentación de los procesos de validación realizados sobre los resultados generados por inteligencia artificial. La transparencia no se limita a indicar que una herramienta fue utilizada, sino que también implica describir cómo se verificó la información obtenida antes de incorporarla al estudio. Los investigadores deben explicar si contrastaron las respuestas con literatura científica, revisaron manualmente las referencias bibliográficas, validaron los análisis estadísticos o sometieron los resultados a procesos de revisión por expertos. Estas acciones demuestran un uso crítico y responsable de las tecnologías inteligentes (Bautista, 2022).

La transparencia favorece además el fortalecimiento de la reproducibilidad científica. Cuando los procedimientos relacionados con la inteligencia artificial son descritos de manera detallada, otros investigadores pueden replicar el estudio utilizando herramientas similares, comparar resultados y evaluar la consistencia de los hallazgos obtenidos. Este principio resulta especialmente importante en investigaciones que emplean modelos predictivos, aprendizaje automático o algoritmos complejos, donde pequeñas variaciones en la configuración de los sistemas pueden producir diferencias significativas en los resultados finales.

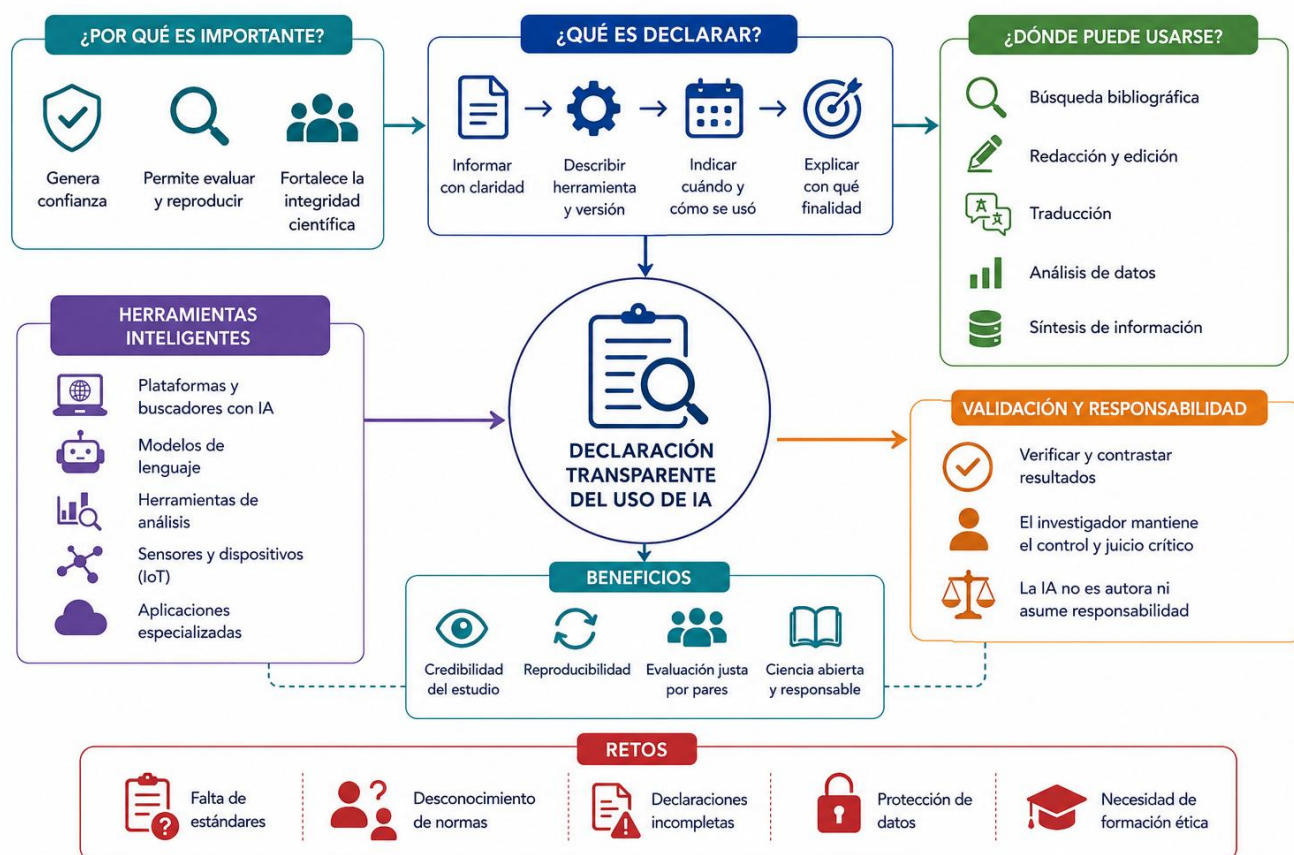
A pesar de los avances alcanzados, aún existen desafíos relacionados con la estandarización de las declaraciones sobre el uso de inteligencia artificial. Muchas instituciones y revistas científicas continúan actualizando sus políticas editoriales para adaptarse al rápido desarrollo de estas tecnologías (García et al., 2023). Asimismo, algunos investigadores desconocen los criterios establecidos por las editoriales o no documentan adecuadamente la participación de las herramientas inteligentes durante el desarrollo de sus estudios. Estas situaciones evidencian la necesidad de fortalecer la formación ética y metodológica relacionada con la utilización responsable de la inteligencia artificial en la investigación científica.

Desde una perspectiva ética, la transparencia representa un compromiso con la honestidad académica y la responsabilidad científica. Declarar el uso de herramientas inteligentes no disminuye el valor de una investigación; por el contrario, demuestra que el investigador ha utilizado recursos tecnológicos de manera abierta, documentada y conforme a los principios de integridad científica. Esta práctica fortalece la confianza de la comunidad académica, facilita la evaluación por pares y contribuye al desarrollo de una cultura científica basada en la apertura, la colaboración y la rendición de cuentas (Duedra et al., 2020).

La transparencia y la declaración del uso de herramientas inteligentes constituyen elementos indispensables para garantizar la calidad, credibilidad y reproducibilidad de la investigación científica contemporánea. Documentar de forma clara la participación de la inteligencia artificial, explicar los procedimientos de validación aplicados y mantener la responsabilidad sobre todas las decisiones metodológicas permite aprovechar el potencial de estas tecnologías sin comprometer los principios éticos que sustentan la producción del conocimiento. La consolidación de estas prácticas favorecerá una integración responsable de la inteligencia artificial dentro de la ciencia, promoviendo investigaciones más confiables, abiertas y orientadas al beneficio de la sociedad (Falcón y Serpa, 2021).

Figura 13

Esquema de la transparencia y declaración del uso de herramientas inteligentes en la investigación científica.



Nota. Elaboración propia. La figura resume los principales elementos para una declaración transparente del uso de inteligencia artificial en la investigación científica.

2.18 Autoría, propiedad intelectual y responsabilidad científica

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la investigación científica ha generado nuevos desafíos relacionados con la autoría, la propiedad intelectual y la responsabilidad sobre el conocimiento producido. Las herramientas inteligentes son capaces de generar textos, imágenes, códigos informáticos, análisis de datos y otros contenidos que apoyan significativamente el trabajo académico. Sin embargo, esta capacidad tecnológica ha suscitado interrogantes sobre quién debe ser considerado autor de una investigación, cómo proteger los derechos de propiedad intelectual y quién asume la responsabilidad frente a posibles errores o imprecisiones generadas mediante sistemas automatizados. Estos aspectos han adquirido especial relevancia debido al crecimiento acelerado del uso de inteligencia artificial en universidades, centros de investigación y editoriales científicas.

La autoría científica implica una contribución intelectual significativa al desarrollo de una investigación, incluyendo la formulación del problema, el diseño metodológico, el análisis de

los resultados y la elaboración de las conclusiones. Además, supone la capacidad de asumir responsabilidad sobre la integridad, originalidad y veracidad del trabajo presentado. En este contexto, la inteligencia artificial no puede ser considerada autora de publicaciones científicas, ya que carece de conciencia, capacidad de razonamiento autónomo, criterio ético y responsabilidad legal. Los modelos inteligentes generan respuestas a partir de patrones estadísticos aprendidos durante su entrenamiento, pero no poseen la capacidad de asumir compromisos científicos ni responder por el contenido producido.

Diversas organizaciones científicas y editoriales internacionales han establecido que la autoría debe reservarse exclusivamente para personas que hayan participado activamente en el desarrollo intelectual de la investigación. Aunque las herramientas de inteligencia artificial pueden asistir en tareas relacionadas con la redacción, organización de información, traducción o análisis de datos, estas aplicaciones no cumplen los criterios necesarios para ser reconocidas como autoras o coautoras de un manuscrito científico. En consecuencia, los investigadores deben declarar el uso de estas herramientas cuando sea pertinente, pero la autoría continúa correspondiendo únicamente a quienes desarrollan y supervisan el trabajo académico.

La propiedad intelectual constituye otro aspecto fundamental dentro de la investigación científica asistida por inteligencia artificial. Este concepto hace referencia al conjunto de derechos que protegen las creaciones intelectuales, incluyendo artículos científicos, libros, programas informáticos, bases de datos, imágenes y otros productos derivados de la actividad investigativa. El uso de inteligencia artificial no elimina estos derechos ni modifica las obligaciones relacionadas con el respeto a las obras de terceros. Por el contrario, los investigadores deben garantizar que el contenido generado mediante herramientas inteligentes no infrinja derechos de autor ni reproduzca materiales protegidos sin la correspondiente autorización o referencia.

El empleo de modelos generativos plantea desafíos adicionales relacionados con la originalidad del contenido producido. Aunque estos sistemas generan textos aparentemente nuevos, sus respuestas se construyen a partir de patrones aprendidos durante el entrenamiento, lo que puede ocasionar similitudes involuntarias con documentos existentes. Por esta razón, resulta indispensable que los investigadores revisen cuidadosamente el contenido generado, verifiquen su originalidad mediante herramientas especializadas y aseguren el adecuado reconocimiento de todas las fuentes utilizadas durante el desarrollo de la investigación. La originalidad

científica continúa siendo una responsabilidad exclusiva de los autores humanos (Bautista, 2022).

La responsabilidad científica representa uno de los principios más importantes dentro del uso ético de la inteligencia artificial. Toda investigación debe garantizar que los datos, análisis, interpretaciones y conclusiones presentados sean veraces, verificables y metodológicamente sólidos (Garritz, 2004). Aunque la inteligencia artificial participe en diferentes etapas del proceso investigativo, la responsabilidad sobre la calidad del trabajo corresponde íntegramente al investigador o al equipo de autores. Ninguna herramienta tecnológica puede asumir las consecuencias derivadas de errores metodológicos, interpretaciones incorrectas o información falsa incorporada dentro de un estudio científico.

Otro aspecto relevante corresponde a la responsabilidad relacionada con los datos utilizados durante la investigación. Los investigadores deben garantizar que las bases de datos empleadas para entrenar modelos, realizar análisis o generar predicciones hayan sido obtenidas de forma ética y respetando la normativa vigente sobre privacidad y protección de datos. Asimismo, deben documentar adecuadamente el origen de la información, los procedimientos de procesamiento y las transformaciones realizadas mediante herramientas de inteligencia artificial, fortaleciendo la transparencia y la reproducibilidad del estudio (Hu, 2021).

Las instituciones académicas, editoriales y organismos financiadores también desempeñan un papel importante en la regulación de la autoría y la responsabilidad científica. Actualmente, muchas revistas científicas han incorporado políticas específicas sobre el uso de inteligencia artificial, estableciendo criterios claros para su declaración, limitando su participación en determinadas actividades y definiendo responsabilidades para los autores. Estas políticas buscan preservar la confianza en la comunicación científica y garantizar que la innovación tecnológica no comprometa los principios fundamentales de la investigación responsable.

A pesar del desarrollo de nuevas regulaciones, aún persisten importantes desafíos relacionados con la propiedad intelectual en entornos donde interviene la inteligencia artificial. Existen debates sobre los derechos asociados a imágenes generadas automáticamente, programas desarrollados mediante asistencia inteligente y otros productos creados con apoyo de algoritmos (Humpiri y Humpri, 2021). Asimismo, algunos sistemas utilizan durante su entrenamiento grandes cantidades de información protegida por derechos de autor, situación que ha generado discusiones jurídicas y éticas sobre el alcance de la reutilización de contenidos.

Estos escenarios evidencian la necesidad de continuar fortaleciendo los marcos normativos que regulan la interacción entre inteligencia artificial y propiedad intelectual.

Desde una perspectiva ética, la utilización responsable de inteligencia artificial requiere reconocer claramente la contribución humana dentro del proceso investigativo. La creatividad, el pensamiento crítico, la formulación de hipótesis, la interpretación de resultados y la construcción del conocimiento continúan siendo capacidades propias del investigador. Las herramientas inteligentes representan un apoyo tecnológico que facilita numerosas tareas, pero no sustituyen la reflexión científica ni la responsabilidad intelectual que caracteriza a la investigación académica. Reconocer esta diferencia resulta esencial para preservar la autenticidad de la producción científica y mantener la confianza de la comunidad investigadora (Ochoa, 1989).

La autoría, la propiedad intelectual y la responsabilidad científica constituyen pilares fundamentales para garantizar el uso ético de la inteligencia artificial en la investigación. Las herramientas inteligentes pueden fortalecer significativamente los procesos académicos, pero no poseen capacidad para asumir derechos de autor ni responsabilidades derivadas de la producción científica (Humpiri y Humpri, 2021). Corresponde a los investigadores garantizar la originalidad de sus trabajos, respetar la propiedad intelectual de terceros, declarar transparentemente el uso de inteligencia artificial y asumir plenamente la responsabilidad sobre la calidad y veracidad del conocimiento generado. Solo mediante esta combinación entre innovación tecnológica y compromiso ético será posible consolidar una investigación científica confiable, transparente y orientada al beneficio de la sociedad.

2.19 Privacidad, confidencialidad y protección de datos

La privacidad, la confidencialidad y la protección de los datos constituyen principios fundamentales de la ética en la investigación científica, especialmente en un contexto donde la inteligencia artificial (IA) participa activamente en la recopilación, procesamiento y análisis de grandes volúmenes de información. El desarrollo de tecnologías inteligentes ha incrementado la capacidad para almacenar, relacionar e interpretar datos provenientes de múltiples fuentes, lo que representa importantes oportunidades para el avance científico, pero también plantea riesgos asociados con el uso inadecuado de información personal o sensible. En consecuencia, los investigadores deben implementar medidas técnicas, metodológicas y éticas que garanticen el respeto de los derechos de los participantes y el tratamiento responsable de los datos durante todo el proceso investigativo (Hu, 2021).

La privacidad hace referencia al derecho de las personas a controlar el acceso, uso y divulgación de su información personal. En investigación científica, este principio implica que los participantes deben conocer con claridad qué datos serán recopilados, cuál será su finalidad, quién tendrá acceso a ellos y durante cuánto tiempo serán conservados (Figueroa et al., 2020). La inteligencia artificial puede facilitar el análisis de información compleja, pero también incrementa la capacidad para identificar patrones individuales, lo que hace indispensable obtener un consentimiento informado claro y específico antes de iniciar cualquier procedimiento de recolección o procesamiento automatizado de datos.

La confidencialidad complementa el principio de privacidad al establecer que toda la información obtenida durante una investigación debe ser protegida frente a accesos no autorizados y utilizada únicamente para los fines científicos previamente establecidos. Los investigadores tienen la responsabilidad de garantizar que los datos personales no sean divulgados ni utilizados con propósitos distintos a los aprobados por los participantes y por los comités de ética correspondientes. Para ello, la inteligencia artificial debe integrarse dentro de sistemas seguros de almacenamiento, procesamiento y control de acceso que minimicen los riesgos relacionados con filtraciones o usos indebidos de la información (Bunge, 2017).

La protección de datos también exige implementar mecanismos técnicos que reduzcan la posibilidad de identificar directamente a los participantes. Procedimientos como la anonimización, la seudonimización, el cifrado de archivos y la gestión segura de copias de respaldo constituyen estrategias ampliamente recomendadas para preservar la confidencialidad de la información (Falcón y Serpa, 2021). Asimismo, los sistemas inteligentes deben configurarse de manera que procesen únicamente los datos estrictamente necesarios para cumplir los objetivos de la investigación, respetando el principio de minimización de datos y evitando la recopilación innecesaria de información sensible.

El uso responsable de inteligencia artificial requiere además cumplir con la normativa nacional e internacional relacionada con la protección de datos personales. Diversos marcos regulatorios establecen obligaciones para investigadores e instituciones respecto al tratamiento de información personal, incluyendo aspectos relacionados con la transparencia, el consentimiento, la seguridad informática, la conservación de registros y los derechos de los participantes (Falcón y Serpa, 2021). Estas disposiciones buscan equilibrar el desarrollo científico con la protección de los derechos fundamentales de las personas, promoviendo una investigación responsable y socialmente confiable.

Tabla 14

Aspectos éticos para la protección de datos en la investigación científica con apoyo de inteligencia artificial

Aspecto ético	Objetivo principal	Medidas de protección	Aplicación de inteligencia artificial	Beneficios	Riesgos si no se implementa
Consentimiento informado	Garantizar la participación voluntaria y consciente.	Información clara sobre el uso de datos y aceptación explícita del participante.	Formularios inteligentes y registros electrónicos de consentimiento.	Respeto la autonomía de los participantes y fortalece la ética investigativa.	Uso de datos sin autorización o consentimiento insuficiente.
Privacidad	Proteger la información personal de los participantes.	Limitación de acceso, minimización de datos y control de permisos.	Gestión automatizada de accesos y monitoreo de actividades.	Reduce el riesgo de exposición de datos personales.	Vulneración del derecho a la privacidad y pérdida de confianza.
Confidencialidad	Evitar la divulgación no autorizada de información.	Acuerdos de confidencialidad, almacenamiento seguro y control institucional.	Sistemas inteligentes de autenticación y monitoreo de seguridad.	Protege la identidad y la información sensible.	Filtración de información y posibles consecuencias legales.
Anonimización	Eliminar elementos que permitan identificar a los participantes.	Eliminación de identificadores personales y codificación de registros.	Algoritmos automáticos de anonimización y seudonimización.	Facilita el análisis sin comprometer la identidad de las personas.	Reidentificación de participantes mediante cruces de información.
Cifrado de datos	Garantizar la seguridad durante el almacenamiento y la transmisión.	Encriptación de archivos, bases de datos y comunicaciones.	Plataformas inteligentes con protocolos avanzados de seguridad.	Incrementa la protección frente a accesos no autorizados.	Robo, modificación o pérdida de información confidencial.
Gestión de accesos	Controlar quién puede consultar o modificar los datos.	Autenticación multifactor y asignación de roles específicos.	Sistemas inteligentes de control de identidad y auditoría.	Favorece la trazabilidad y la seguridad de la investigación.	Acceso indebido o alteración no autorizada de la información.
Conservación y eliminación	Definir tiempos y procedimientos	Políticas institucionales de	Automatización de copias de seguridad y	Cumplimiento normativo y gestión	Conservación innecesaria de datos sensibles

Aspecto ético	Objetivo principal	Medidas de protección	Aplicación de inteligencia artificial	Beneficios	Riesgos si no se implementa
	para el manejo de los datos.	almacenamiento y eliminación segura.	eliminación programada.	responsable de la información.	o pérdida de evidencia científica.
Cumplimiento normativo	Garantizar el respeto de las disposiciones legales y éticas.	Aplicación de protocolos institucionales y auditorías periódicas.	Sistemas inteligentes para monitoreo del cumplimiento regulatorio.	Fortalece la confianza pública y la legitimidad científica.	Sanciones legales, éticas e institucionales.

Nota. Elaboración propia con base en principios internacionales de protección de datos, ética de la investigación e inteligencia artificial responsable.

La protección de la privacidad y la confidencialidad constituye un requisito indispensable para desarrollar investigaciones científicas responsables en entornos donde interviene la inteligencia artificial. Las medidas descritas permiten minimizar riesgos asociados con el tratamiento automatizado de información y fortalecen la confianza de los participantes, garantizando que sus datos sean utilizados exclusivamente con fines científicos y bajo adecuados estándares de seguridad (Jaramillo y Valverde, 2025).

La incorporación de herramientas inteligentes no modifica las obligaciones éticas del investigador, sino que incrementa la necesidad de establecer mecanismos más rigurosos para controlar el acceso, almacenamiento y procesamiento de la información. En consecuencia, las instituciones académicas deben promover protocolos específicos que orienten el uso responsable de la inteligencia artificial durante todas las etapas del proceso investigativo.

Asimismo, la formación de los investigadores en aspectos relacionados con ciberseguridad, protección de datos y normativa vigente resulta esencial para prevenir vulneraciones éticas y legales. El conocimiento de estas disposiciones facilita la implementación de buenas prácticas y favorece el desarrollo de investigaciones alineadas con los principios internacionales de integridad científica y respeto por los derechos humanos.

En perspectiva, el avance de la inteligencia artificial exigirá fortalecer continuamente las estrategias de protección de datos mediante tecnologías más seguras, modelos de procesamiento explicables y políticas institucionales adaptadas a los nuevos desafíos digitales. La combinación entre innovación tecnológica, responsabilidad ética y cumplimiento normativo permitirá consolidar una investigación científica transparente, confiable y comprometida con

la protección de las personas y de la información que sustenta el desarrollo del conocimiento (Acevedo et al., 2017).

2.20 Sesgos algorítmicos y equidad en la investigación

El desarrollo de la inteligencia artificial (IA) ha transformado profundamente la investigación científica al facilitar el procesamiento de grandes volúmenes de información y automatizar numerosos procedimientos analíticos. Sin embargo, estos avances también han puesto en evidencia la existencia de sesgos algorítmicos que pueden afectar la objetividad y la equidad de los resultados obtenidos. Los algoritmos no generan conocimiento de manera completamente neutral, ya que su funcionamiento depende de los datos utilizados durante el entrenamiento, de los criterios de diseño y de las decisiones adoptadas por quienes desarrollan estas tecnologías. Por esta razón, la identificación y mitigación de los sesgos se ha convertido en una prioridad para garantizar investigaciones científicas confiables, transparentes y socialmente responsables (Lakatos, 1978).

Los sesgos algorítmicos pueden definirse como errores sistemáticos que producen resultados desfavorables, injustos o distorsionados para determinados individuos o grupos. Estas distorsiones pueden surgir cuando los datos empleados para entrenar un modelo no representan adecuadamente a toda la población, cuando existen errores en la recolección de información o cuando los algoritmos priorizan determinados patrones en detrimento de otros igualmente relevantes. Como consecuencia, los sistemas inteligentes pueden reproducir desigualdades presentes en la sociedad o amplificar diferencias existentes, afectando la validez de los resultados científicos y la equidad en la toma de decisiones.

Uno de los principales orígenes de los sesgos se encuentra en la calidad de los datos utilizados durante el entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial. Cuando las bases de datos presentan información incompleta, desactualizada o poco representativa, los algoritmos aprenden patrones que no reflejan adecuadamente la realidad del fenómeno investigado. Por ejemplo, una investigación desarrollada exclusivamente con datos provenientes de una región geográfica específica difícilmente podrá generalizar sus conclusiones a poblaciones con características culturales, económicas o sociales diferentes. En consecuencia, la representatividad de los datos constituye un requisito indispensable para desarrollar modelos más equitativos (Ochoa, 1989).

Los sesgos de selección representan otra fuente frecuente de distorsión durante la investigación apoyada por inteligencia artificial. Estos ocurren cuando determinados grupos de participantes

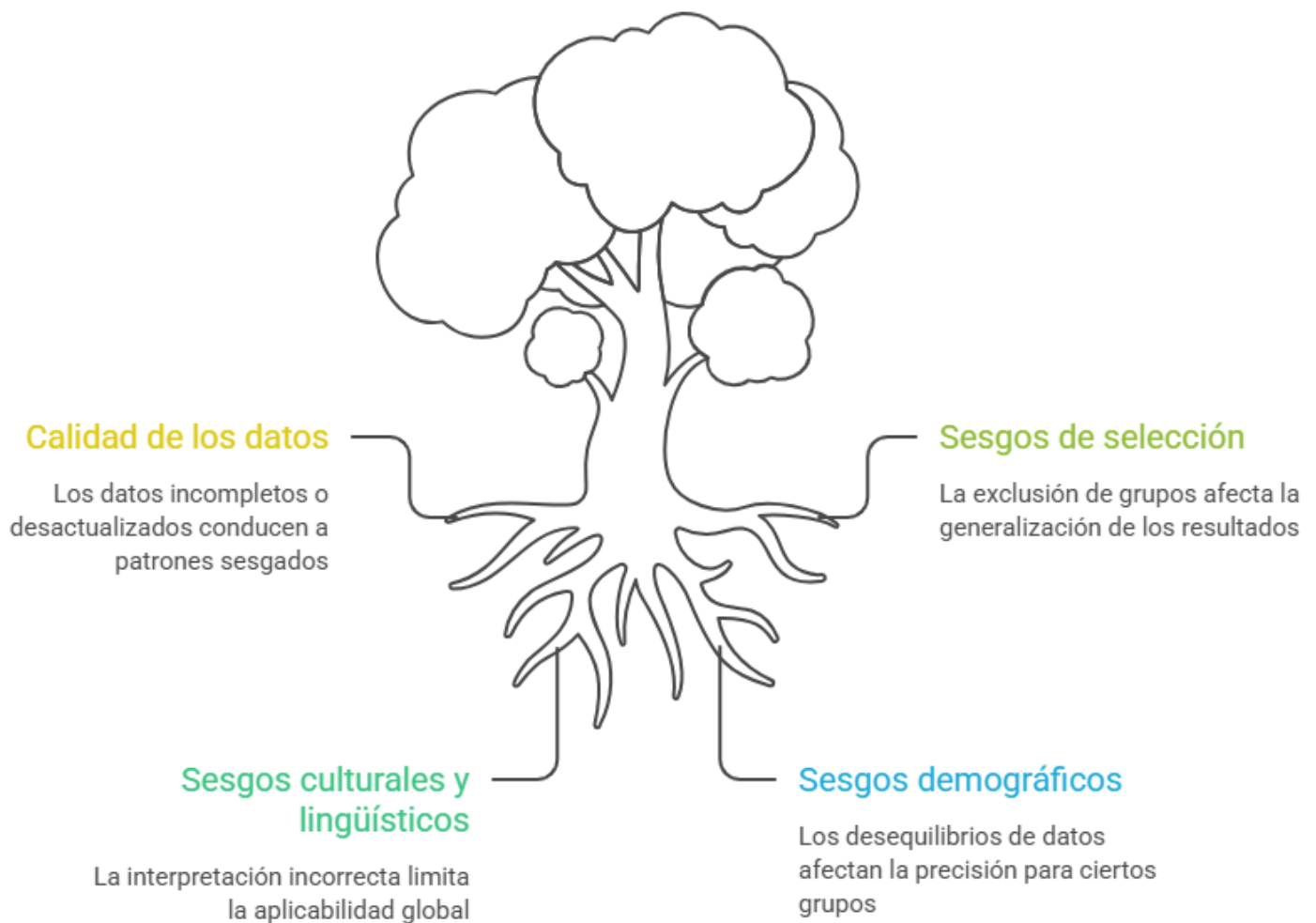
tienen mayores probabilidades de ser incluidos o excluidos del estudio debido a características relacionadas con el diseño metodológico o con los procedimientos de recolección de datos. La inteligencia artificial puede reproducir automáticamente estas diferencias si los algoritmos son entrenados utilizando muestras que no representan adecuadamente la diversidad de la población objetivo. Esta situación afecta la capacidad de generalización de los resultados y limita la aplicabilidad de los hallazgos científicos.

Los sesgos culturales y lingüísticos también constituyen desafíos importantes para la investigación contemporánea. Muchos modelos de inteligencia artificial han sido entrenados principalmente con información disponible en determinados idiomas o procedente de contextos culturales específicos. Como resultado, pueden interpretar de manera incorrecta expresiones, conceptos o prácticas propias de otras regiones del mundo (Garritz, 2004). Esta limitación resulta especialmente relevante en investigaciones desarrolladas en países con menor representación dentro de las bases de datos utilizadas para entrenar los algoritmos, donde determinadas perspectivas científicas pueden encontrarse insuficientemente consideradas.

La existencia de sesgos relacionados con el género, la edad, la etnia o las condiciones socioeconómicas representa otra preocupación ética dentro del uso de inteligencia artificial. Diversos estudios han demostrado que algunos algoritmos producen resultados menos precisos para determinados grupos debido a desequilibrios presentes en los datos de entrenamiento. En investigación científica, estas diferencias pueden afectar la interpretación de resultados, la formulación de recomendaciones y el diseño de políticas públicas. Por ello, resulta indispensable evaluar sistemáticamente el comportamiento de los modelos frente a diferentes poblaciones y corregir posibles desigualdades antes de aplicar los resultados obtenidos (Garritz, 2004).

Figura 14

Sesgos algorítmicos que afectan la objetividad científica



Nota. Elaboración propia. La figura representa los principales sesgos algorítmicos que pueden afectar la objetividad y confiabilidad de los resultados científicos.

La equidad en la investigación implica garantizar que los beneficios derivados del uso de inteligencia artificial sean accesibles para todas las personas, evitando cualquier forma de discriminación o exclusión injustificada. Este principio requiere diseñar algoritmos inclusivos, utilizar bases de datos representativas y aplicar procedimientos metodológicos que consideren la diversidad existente entre los participantes (García et al., 2023). Asimismo, promueve la participación de equipos interdisciplinarios y multiculturales durante el desarrollo de sistemas inteligentes, incorporando diferentes perspectivas que contribuyan a reducir los riesgos asociados con la reproducción de sesgos.

La inteligencia artificial explicable (*Explainable Artificial Intelligence* o XAI) ha surgido como una estrategia para enfrentar los problemas derivados de los sesgos algorítmicos. Estos enfoques buscan desarrollar modelos capaces de ofrecer explicaciones claras sobre las decisiones y predicciones realizadas por los algoritmos, permitiendo identificar posibles errores, comprender la influencia de cada variable y evaluar la equidad del sistema (Castañeda,

1987). La explicabilidad incrementa la transparencia de la investigación y facilita la revisión crítica de los procedimientos automatizados por parte de investigadores, revisores y organismos reguladores.

La mitigación de los sesgos requiere implementar estrategias metodológicas durante todas las fases del proceso investigativo. Entre las principales acciones destacan la utilización de bases de datos diversas y representativas, la validación cruzada de los modelos, la evaluación periódica del desempeño de los algoritmos, la revisión crítica de los resultados y la actualización continua de los sistemas inteligentes conforme se dispone de nueva información. Además, resulta recomendable complementar los análisis automatizados con la interpretación de especialistas pertenecientes a diferentes disciplinas, fortaleciendo la objetividad y la confiabilidad de las conclusiones alcanzadas (García et al., 2023).

Desde una perspectiva ética, la responsabilidad de prevenir y corregir los sesgos recae directamente sobre los investigadores y las instituciones que utilizan inteligencia artificial. La tecnología constituye un instrumento de apoyo, pero las decisiones relacionadas con el diseño metodológico, la selección de datos, la interpretación de resultados y la comunicación de los hallazgos corresponden exclusivamente a las personas involucradas en la investigación. Actuar con responsabilidad implica reconocer las limitaciones de los algoritmos, documentar los posibles sesgos identificados y adoptar medidas orientadas a proteger la equidad y la justicia científica.

Los sesgos algorítmicos representan uno de los principales desafíos éticos asociados con la aplicación de inteligencia artificial en la investigación científica. Su presencia puede afectar la calidad metodológica, la validez de los resultados y la equidad en la generación de conocimiento, especialmente cuando los modelos son entrenados con información insuficientemente representativa o metodológicamente inadecuada. Frente a este escenario, la adopción de principios de transparencia, explicabilidad, diversidad de datos y supervisión humana permanente constituye la estrategia más efectiva para promover una investigación científica responsable. La integración equilibrada entre innovación tecnológica y compromiso ético permitirá aprovechar el potencial de la inteligencia artificial sin comprometer los valores fundamentales que sustentan el desarrollo del conocimiento científico (Bachelard, 1938).

2.21 Integridad académica, plagio y uso responsable de contenidos generados

La integridad académica constituye uno de los principios fundamentales que sustentan la investigación científica y la producción del conocimiento. Este principio implica actuar con

honestidad, responsabilidad, transparencia y respeto por el trabajo intelectual propio y ajeno durante todas las etapas del proceso investigativo (Figueroa et al., 2020). En la actualidad, el desarrollo de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) ha transformado la manera en que los investigadores elaboran documentos, analizan información y generan contenidos académicos. Si bien estas tecnologías ofrecen importantes ventajas para optimizar el trabajo científico, también plantean nuevos desafíos relacionados con el plagio, la autenticidad y el uso ético de los materiales generados automáticamente.

La integridad académica exige que todo investigador produzca conocimiento de manera responsable, reconociendo adecuadamente las contribuciones de otros autores y evitando cualquier práctica que comprometa la credibilidad de la investigación. Entre estas conductas se encuentran el plagio, la fabricación de datos, la falsificación de resultados, la manipulación de evidencias y la omisión deliberada de información relevante. La utilización de inteligencia artificial no modifica estas obligaciones; por el contrario, incrementa la necesidad de actuar con mayor rigor, debido a que las herramientas inteligentes pueden generar contenidos que requieren una verificación cuidadosa antes de ser incorporados a un trabajo científico (Cabrera y Cepeda, 2022; Mujica, 2021).

El plagio consiste en presentar como propias ideas, textos, imágenes, datos o cualquier otra producción intelectual elaborada por terceros sin otorgar el reconocimiento correspondiente. Tradicionalmente, esta práctica se asociaba con la copia directa de documentos académicos; sin embargo, el desarrollo de la inteligencia artificial ha ampliado el debate hacia nuevas modalidades de plagio relacionadas con el uso de contenido generado automáticamente (Kuhn, 1962). Aunque los modelos de inteligencia artificial producen respuestas originales desde el punto de vista textual, ello no garantiza que toda la información sea completamente novedosa ni exime al investigador de verificar las fuentes y reconocer adecuadamente el conocimiento previo utilizado durante la elaboración del trabajo.

Otra problemática relevante corresponde a las denominadas "alucinaciones" de los modelos generativos. Este fenómeno ocurre cuando los sistemas de inteligencia artificial producen información aparentemente coherente, pero carente de fundamento científico, incluyendo referencias bibliográficas inexistentes, datos incorrectos o interpretaciones que no se encuentran respaldadas por evidencia verificable. La incorporación de este tipo de información dentro de investigaciones académicas puede afectar gravemente la credibilidad del estudio y comprometer la confianza de la comunidad científica. Por ello, toda información generada

mediante inteligencia artificial debe ser contrastada con fuentes académicas confiables antes de ser utilizada (Palamidessi et al., 2014).

El uso responsable de contenidos generados por inteligencia artificial implica comprender que estas herramientas deben actuar como asistentes del investigador y no como sustitutos del proceso intelectual. La formulación del problema, el diseño metodológico, la interpretación de resultados, la construcción de argumentos y la elaboración de conclusiones continúan siendo responsabilidades exclusivamente humanas (Bachelard, 1938). La inteligencia artificial puede apoyar la organización de ideas, la revisión del lenguaje, la síntesis documental y otras actividades complementarias, pero la responsabilidad sobre la calidad, originalidad y validez científica del contenido permanece en manos del investigador.

La transparencia constituye un elemento esencial para preservar la integridad académica cuando se utilizan herramientas inteligentes. Los investigadores deben declarar, cuando las políticas institucionales o editoriales lo requieran, qué aplicaciones fueron empleadas y cuál fue su función dentro del proceso de investigación. Esta declaración fortalece la honestidad científica, facilita la evaluación por pares y permite que los lectores comprendan el grado de participación de la inteligencia artificial en la elaboración del trabajo. La transparencia también favorece la reproducibilidad y contribuye a consolidar buenas prácticas dentro de la investigación contemporánea (Humpiri y Humpri, 2021).

Las instituciones de educación superior, los centros de investigación y las editoriales científicas desempeñan un papel fundamental en la promoción de la integridad académica. Muchas organizaciones han desarrollado políticas específicas para orientar el uso responsable de inteligencia artificial, estableciendo lineamientos relacionados con la declaración de herramientas utilizadas, la verificación de la información generada y la prohibición de atribuir autoría a sistemas automatizados (Garritz, 2004). Estas directrices buscan mantener la confianza en la producción científica y garantizar que las innovaciones tecnológicas se integren respetando los principios éticos que sustentan la investigación.

La formación ética de estudiantes e investigadores representa otra estrategia indispensable para prevenir prácticas inadecuadas relacionadas con el uso de inteligencia artificial. Además del aprendizaje sobre metodologías de investigación, resulta necesario fortalecer competencias vinculadas con la citación correcta de fuentes, el respeto por la propiedad intelectual, la evaluación crítica de la información y el uso responsable de tecnologías digitales. Una adecuada alfabetización en inteligencia artificial permitirá comprender tanto las posibilidades

como las limitaciones de estas herramientas, favoreciendo una utilización consciente y alineada con los valores de la comunidad científica (Fochler et al., 2025).

Otro aspecto importante consiste en la implementación de mecanismos institucionales orientados a verificar la originalidad de los trabajos académicos. Actualmente, numerosas universidades y revistas científicas emplean sistemas especializados para detectar similitudes textuales y evaluar posibles casos de plagio. Aunque estas herramientas resultan útiles para fortalecer la integridad académica, su interpretación debe realizarse con criterio metodológico, considerando que una coincidencia textual no siempre implica una conducta inapropiada y que el análisis cualitativo continúa siendo indispensable para valorar cada situación de manera objetiva (Ochichi, 2023).

Desde una perspectiva ética, la inteligencia artificial debe entenderse como un recurso destinado a potenciar las capacidades del investigador y no como un mecanismo para eludir responsabilidades académicas. La producción científica exige creatividad, pensamiento crítico, capacidad de análisis y compromiso con la verdad, competencias que no pueden ser reemplazadas por sistemas automatizados. Utilizar estas herramientas de manera responsable implica verificar toda la información generada, respetar los derechos de autor, citar correctamente las fuentes consultadas y mantener siempre el control intelectual sobre el contenido elaborado (Bachelard, 1938).

La integridad académica, la prevención del plagio y el uso responsable de contenidos generados mediante inteligencia artificial constituyen elementos esenciales para garantizar la calidad y credibilidad de la investigación científica. La incorporación de estas tecnologías ofrece importantes oportunidades para fortalecer la productividad y la innovación, pero también exige un compromiso renovado con los principios de honestidad, transparencia y responsabilidad científica (Cassirer, 1953). El verdadero valor de la inteligencia artificial radica en su capacidad para complementar el trabajo del investigador, facilitando procesos técnicos sin sustituir el razonamiento crítico ni la responsabilidad ética que caracterizan a la producción del conocimiento. Solo mediante esta integración equilibrada será posible consolidar una ciencia confiable, original y orientada al beneficio de la sociedad.

A vertical strip on the left side of the page. The top part shows a close-up of a microscope's objective lens and stage. Below that is a glowing green molecular structure with spheres and connecting lines. At the bottom is a DNA double helix. The background of this strip is a mix of white and teal geometric shapes.

Capítulo

05.

**Tendencias futuras de la
inteligencia artificial en
investigación**

A large, faint network diagram in the bottom right corner. It consists of numerous teal-colored dots of varying sizes connected by thin, light gray lines. The dots are arranged in a way that suggests a complex, interconnected system, possibly representing a neural network or a data flow.

3.1 Evolución de los modelos generativos aplicados a la ciencia

La evolución de los modelos generativos representa uno de los avances más significativos de la inteligencia artificial (IA) en las últimas décadas y ha transformado profundamente la manera en que se desarrolla la investigación científica. Estos modelos son sistemas capaces de generar contenido nuevo como texto, imágenes, código, audio, estructuras moleculares o modelos matemáticos a partir del aprendizaje de grandes volúmenes de información. A diferencia de los modelos predictivos tradicionales, cuyo objetivo principal consiste en clasificar datos o estimar resultados futuros, los modelos generativos producen nuevas representaciones basadas en los patrones identificados durante su entrenamiento. Esta capacidad ha ampliado considerablemente las posibilidades de innovación en múltiples disciplinas científicas (Bachelard, 1938).

Los primeros desarrollos en inteligencia artificial se orientaban principalmente hacia tareas específicas, como el reconocimiento de patrones, la clasificación de datos o la automatización de cálculos estadísticos. Aunque estos sistemas demostraban un elevado desempeño en problemas concretos, presentaban limitaciones para generar contenido original o comprender relaciones complejas entre diferentes tipos de información. El desarrollo de redes neuronales profundas y el incremento de la capacidad computacional permitieron la aparición de arquitecturas más avanzadas, capaces de aprender representaciones cada vez más sofisticadas y producir resultados con un elevado nivel de coherencia y precisión.

Uno de los principales hitos en esta evolución fue la aparición de los grandes modelos de lenguaje (*Large Language Models* o LLM), entrenados con enormes colecciones de textos científicos, técnicos y de dominio público. Estos sistemas incorporan arquitecturas basadas en transformadores (*Transformers*), que permiten comprender el contexto de una conversación, interpretar instrucciones complejas y generar respuestas con un alto grado de fluidez (Hu, 2021). Gracias a estas capacidades, los modelos generativos comenzaron a utilizarse como asistentes para la búsqueda bibliográfica, la redacción académica, la síntesis documental y el apoyo metodológico en diferentes etapas del proceso investigativo.

La evolución de los modelos generativos también ha impulsado el desarrollo de aplicaciones especializadas para distintas áreas del conocimiento. En biomedicina, estos sistemas contribuyen al diseño de nuevas moléculas, la identificación de posibles tratamientos y la simulación de estructuras proteicas. En ingeniería, apoyan el diseño automatizado de componentes y la optimización de procesos industriales. En ciencias sociales y educación,

facilitan el análisis documental, la organización de información cualitativa y la elaboración de materiales académicos. Esta especialización ha permitido adaptar la inteligencia artificial a las necesidades particulares de cada disciplina científica.

Otra característica destacada de los modelos generativos contemporáneos es su capacidad para trabajar con diferentes modalidades de información. Además de procesar texto, muchos sistemas pueden interpretar imágenes, gráficos, tablas, sonidos, videos y datos estructurados de manera integrada. Esta evolución hacia modelos multimodales permite desarrollar investigaciones más completas, donde distintas fuentes de evidencia son analizadas simultáneamente para construir interpretaciones más precisas del fenómeno estudiado. Como resultado, la inteligencia artificial se convierte en una herramienta cada vez más versátil para abordar problemas científicos complejos (Kuhn, 1962).

Los modelos generativos también han fortalecido la formulación de hipótesis científicas mediante el análisis automatizado de grandes volúmenes de literatura especializada. Al identificar relaciones entre conceptos, detectar vacíos en el conocimiento y reconocer tendencias emergentes, estos sistemas pueden sugerir nuevas preguntas de investigación o posibles líneas de trabajo aún poco exploradas. Aunque estas propuestas requieren siempre la validación del investigador, representan un importante apoyo para estimular la creatividad científica y acelerar la generación de nuevas ideas dentro de diferentes campos del conocimiento.

En el ámbito metodológico, la evolución de estos modelos ha permitido automatizar numerosas tareas relacionadas con la investigación científica. Actualmente, las herramientas generativas pueden colaborar en la elaboración de protocolos metodológicos, apoyar el diseño de instrumentos de recolección de datos, sugerir técnicas estadísticas, generar código para análisis computacionales y asistir en la preparación de informes científicos (Lakatos, 1978). Estas funciones incrementan la eficiencia del proceso investigativo y permiten que los investigadores dediquen mayor tiempo al análisis crítico y a la interpretación de los resultados obtenidos.

A pesar de sus importantes avances, los modelos generativos continúan enfrentando limitaciones que deben ser consideradas durante su utilización. Entre ellas destacan la posibilidad de generar información incorrecta, producir referencias bibliográficas inexistentes, reproducir sesgos presentes en los datos de entrenamiento o elaborar respuestas que aparentan ser correctas sin contar con un respaldo científico verificable. Estas situaciones evidencian la

necesidad de mantener procesos rigurosos de validación y supervisión humana antes de incorporar cualquier contenido generado automáticamente dentro de una investigación.

La evolución futura de los modelos generativos se orienta hacia sistemas cada vez más especializados, transparentes y capaces de razonar sobre información científica compleja. Se espera que los nuevos desarrollos integren bases de conocimiento actualizadas, mejoren la explicabilidad de sus respuestas y reduzcan significativamente los problemas asociados con las denominadas alucinaciones de la inteligencia artificial (Machamer et al., 2022). Asimismo, la incorporación de mecanismos avanzados de verificación permitirá aumentar la confiabilidad de los resultados y fortalecer su aplicación en investigaciones de alto impacto.

Otro aspecto relevante será la creciente integración entre modelos generativos, computación de alto rendimiento, robótica científica e inteligencia artificial multimodal. Esta convergencia tecnológica permitirá desarrollar plataformas capaces de participar activamente en todas las etapas del proceso investigativo, desde la identificación del problema hasta la comunicación de los hallazgos. Sin embargo, estas innovaciones continuarán requiriendo la participación del investigador para garantizar el cumplimiento de principios éticos, metodológicos y científicos que orientan la producción responsable del conocimiento (Duarte y Velho, 2009).

La evolución de los modelos generativos ha transformado profundamente la investigación científica al ampliar las capacidades de análisis, generación y comunicación del conocimiento. Su desarrollo ha permitido automatizar tareas complejas, fortalecer la formulación de hipótesis, facilitar la revisión bibliográfica y optimizar múltiples procesos metodológicos. No obstante, el verdadero potencial de estas tecnologías depende de su utilización responsable, de la validación permanente de los resultados y de la integración con el pensamiento crítico del investigador (Cassirer, 1953). En los próximos años, los modelos generativos continuarán evolucionando hacia sistemas más precisos, explicables y especializados, consolidándose como aliados estratégicos para impulsar una ciencia más eficiente, colaborativa e innovadora.

3.2 Automatización de laboratorios y experimentación inteligente

La automatización de laboratorios representa una de las transformaciones más significativas impulsadas por la inteligencia artificial (IA) en la investigación científica contemporánea. Tradicionalmente, numerosas actividades experimentales dependían de la intervención manual de los investigadores, incluyendo la preparación de muestras, la manipulación de equipos, el registro de observaciones y el procesamiento inicial de los datos. La incorporación de sistemas inteligentes, robótica avanzada y plataformas automatizadas ha permitido optimizar estos

procedimientos, incrementando la precisión de los experimentos, reduciendo los errores humanos y acelerando significativamente la generación de resultados científicos. Esta evolución ha fortalecido la reproducibilidad de los estudios y ha ampliado la capacidad de los laboratorios para desarrollar investigaciones de alta complejidad.

Los laboratorios inteligentes integran diversas tecnologías como inteligencia artificial, robótica, sensores digitales, Internet de las Cosas (IoT), visión artificial y sistemas de control automatizado. Estas herramientas trabajan de manera coordinada para supervisar continuamente las condiciones experimentales, ejecutar protocolos previamente programados y registrar datos en tiempo real. Además, los algoritmos de aprendizaje automático analizan la información obtenida durante el experimento y pueden ajustar determinados parámetros cuando identifican variaciones que podrían afectar la calidad de los resultados. Esta capacidad de adaptación convierte a los laboratorios automatizados en entornos altamente eficientes y dinámicos (Duedra et al., 2020).

Uno de los principales beneficios de la experimentación inteligente consiste en la reducción de la variabilidad asociada a la intervención humana. La ejecución automatizada de procedimientos garantiza que cada experimento siga exactamente las mismas condiciones operativas, disminuyendo errores relacionados con la manipulación manual, diferencias en los tiempos de ejecución o inconsistencias en la medición de variables. Como consecuencia, los resultados presentan mayores niveles de precisión y reproducibilidad, aspectos fundamentales para la validación del conocimiento científico y el desarrollo de investigaciones comparables entre diferentes instituciones.

La automatización también favorece el procesamiento simultáneo de múltiples experimentos. Los sistemas robóticos pueden ejecutar cientos de pruebas de manera continua, recopilar información durante las veinticuatro horas del día y generar grandes volúmenes de datos para su análisis posterior (Blanco y Mesa, 2022). Esta capacidad incrementa significativamente la productividad de los laboratorios, acelera la obtención de evidencia científica y facilita el desarrollo de investigaciones que anteriormente requerían largos periodos de trabajo manual. Además, permite optimizar el uso de recursos materiales y humanos dentro de los centros de investigación.

Otra aplicación relevante corresponde a la integración de gemelos digitales (*Digital Twins*), que consisten en representaciones virtuales de equipos, procesos o sistemas experimentales. Estos modelos permiten simular diferentes escenarios antes de ejecutar experimentos reales,

evaluar posibles resultados y optimizar las condiciones de trabajo sin consumir materiales o exponer a riesgos innecesarios a los investigadores. La combinación entre simulación computacional e inteligencia artificial fortalece la planificación experimental y reduce considerablemente los costos asociados con la investigación científica (Falcón y Serpa, 2021).

Tabla 15
Tecnologías aplicadas a la automatización de laboratorios y experimentación inteligente

Tecnología	Función principal	Aplicaciones en investigación científica	Beneficios	Limitaciones	Áreas de aplicación
Robótica de laboratorio	Automatización de procedimientos experimentales.	Manipulación de muestras, pipeteo, preparación de reactivos y ejecución de protocolos.	Alta precisión, reducción de errores y trabajo continuo.	Elevado costo de implementación inicial.	Biomedicina, química, farmacología y biotecnología.
Inteligencia artificial	Optimización y toma de decisiones durante los experimentos.	Ajuste automático de parámetros, análisis predictivo y control experimental.	Mayor eficiencia y adaptación dinámica de los procesos.	Depende de la calidad de los datos de entrenamiento.	Investigación multidisciplinaria.
Internet de las Cosas (IoT)	Monitoreo continuo de equipos y variables ambientales.	Supervisión de temperatura, humedad, presión y funcionamiento de instrumentos.	Registro en tiempo real y mantenimiento preventivo.	Requiere infraestructura tecnológica robusta.	Ciencias ambientales, ingeniería y agricultura.
Visión artificial	Captura y análisis automatizado de imágenes.	Observación microscópica, reconocimiento de estructuras y control de calidad.	Elevada precisión en la identificación de patrones visuales.	Sensible a condiciones de iluminación y calibración.	Medicina, biología y ciencia de materiales.
Gemelos digitales	Simulación virtual de procesos experimentales.	Modelado de sistemas, optimización de protocolos y	Reduce costos y riesgos experimentales.	Requiere modelos computacionales altamente precisos.	Ingeniería, industria y salud.

Tecnología	Función principal	Aplicaciones en investigación científica	Beneficios	Limitaciones	Áreas de aplicación
		análisis de escenarios.			
Sistemas LIMS (Laboratory Information Management System)	Gestión integral de datos de laboratorio.	Registro de muestras, trazabilidad y almacenamiento de resultados.	Organización eficiente y mayor reproducibilidad.	Implementación compleja en laboratorios pequeños.	Laboratorios clínicos, farmacéuticos y de investigación.
Computación en la nube	Almacenamiento y procesamiento remoto de datos.	Gestión colaborativa de información experimental y análisis distribuido.	Acceso remoto y escalabilidad computacional.	Dependencia de conectividad y seguridad informática.	Investigación colaborativa internacional.
Aprendizaje automático	Identificación de patrones y optimización experimental.	Predicción de resultados, clasificación de muestras y apoyo en decisiones científicas.	Mejora continua del desempeño experimental.	Requiere grandes volúmenes de datos para entrenamiento.	Medicina, química, física y ciencias de la vida.

Nota. Elaboración propia con base en las principales tecnologías utilizadas para la automatización de laboratorios y el desarrollo de experimentación inteligente en investigación científica.

La automatización de laboratorios ha incrementado notablemente la eficiencia y precisión de la investigación científica al integrar tecnologías capaces de ejecutar procedimientos complejos con altos niveles de estandarización. La combinación de robótica, inteligencia artificial, sensores inteligentes y plataformas digitales favorece la obtención de resultados más confiables y fortalece la reproducibilidad de los experimentos desarrollados en diferentes áreas del conocimiento (Bachelard, 1938).

Asimismo, estas tecnologías permiten optimizar el uso de recursos materiales, reducir tiempos de ejecución y ampliar la capacidad para desarrollar investigaciones de gran escala. La posibilidad de supervisar experimentos en tiempo real, ajustar automáticamente condiciones de trabajo y analizar grandes volúmenes de datos convierte a los laboratorios inteligentes en escenarios fundamentales para la ciencia del futuro.

No obstante, la implementación de estos sistemas requiere inversiones significativas en infraestructura tecnológica, capacitación especializada y protocolos de mantenimiento que garanticen su funcionamiento adecuado. Además, la automatización no elimina la necesidad de supervisión humana, ya que corresponde al investigador validar los procedimientos, interpretar los resultados y asegurar el cumplimiento de los principios éticos y metodológicos de la investigación científica (Figuroa et al., 2020).

La evolución de los laboratorios inteligentes continuará impulsando una investigación más eficiente, colaborativa y reproducible. La integración progresiva entre inteligencia artificial, robótica, simulación computacional y análisis automatizado permitirá desarrollar experimentos cada vez más complejos y precisos, consolidando un nuevo paradigma científico donde la tecnología actúe como un aliado estratégico del investigador en la generación de conocimiento de alta calidad.

3.3 Agentes autónomos para el desarrollo de investigaciones

Los avances recientes en inteligencia artificial (IA) han dado origen a una nueva generación de sistemas conocidos como agentes autónomos, capaces de ejecutar secuencias de tareas de manera relativamente independiente para alcanzar objetivos previamente definidos. A diferencia de los asistentes tradicionales, que responden únicamente a instrucciones puntuales del usuario, los agentes autónomos pueden planificar actividades, tomar decisiones intermedias, consultar diferentes fuentes de información y adaptar sus acciones según los resultados obtenidos. Estas capacidades están comenzando a transformar la investigación científica al ofrecer nuevas formas de automatizar procesos complejos sin sustituir el papel estratégico del investigador. En consecuencia, los agentes inteligentes se perfilan como herramientas de gran relevancia para el futuro de la ciencia (Bautista, 2022).

Un agente autónomo combina modelos de lenguaje, algoritmos de razonamiento, sistemas de planificación y mecanismos de acceso a diversas fuentes de información para desarrollar tareas de manera coordinada. En el contexto de la investigación científica, estos sistemas pueden organizar cronogramas, localizar literatura especializada, clasificar documentos, elaborar resúmenes, comparar resultados de diferentes estudios y proponer posibles estrategias metodológicas (García et al., 2023). Además, algunos agentes son capaces de interactuar con múltiples aplicaciones informáticas, integrando gestores bibliográficos, plataformas estadísticas, repositorios científicos y herramientas de análisis de datos dentro de un mismo flujo de trabajo automatizado.

Una de las aplicaciones más prometedoras consiste en la automatización de revisiones bibliográficas. Los agentes inteligentes pueden identificar palabras clave, explorar bases de datos académicas, eliminar registros duplicados, clasificar publicaciones según criterios previamente establecidos y generar matrices comparativas de literatura. Este proceso permite reducir considerablemente el tiempo destinado a la organización documental y facilita la actualización permanente del estado del arte. No obstante, la selección definitiva de los estudios y la interpretación crítica de la evidencia continúan siendo responsabilidades del investigador, quien debe verificar la pertinencia y calidad de las fuentes recuperadas (Concari, 2001).

Los agentes autónomos también pueden apoyar la formulación del diseño metodológico mediante el análisis de investigaciones previamente publicadas. A partir del problema de investigación planteado, estos sistemas identifican diseños metodológicos utilizados en estudios similares, proponen instrumentos de recolección de datos, sugieren variables de análisis y recomiendan técnicas estadísticas o procedimientos cualitativos acordes con los objetivos del proyecto (Castañeda, 1987). Estas funciones contribuyen a fortalecer la planificación metodológica y permiten que los investigadores exploren diferentes alternativas antes de seleccionar la estrategia definitiva para desarrollar el estudio.

Durante la etapa de recolección y procesamiento de datos, los agentes inteligentes pueden coordinar múltiples actividades de manera simultánea. Entre sus funciones destacan la supervisión de formularios digitales, la verificación de la calidad de la información recopilada, la detección de inconsistencias, la actualización automática de bases de datos y la preparación de los registros para etapas posteriores de análisis. Asimismo, pueden generar alertas cuando identifican anomalías en los datos o cuando determinados indicadores requieren atención inmediata por parte del equipo investigador. Esta capacidad incrementa la eficiencia operativa y favorece una gestión más organizada del proceso investigativo.

Otra contribución importante corresponde al apoyo durante el análisis de información. Los agentes autónomos pueden ejecutar procedimientos estadísticos previamente configurados, generar visualizaciones de resultados, elaborar resúmenes descriptivos y comparar los hallazgos obtenidos con investigaciones similares publicadas en la literatura científica. Además, algunos sistemas son capaces de explicar de forma preliminar los resultados utilizando lenguaje natural, facilitando la comprensión de análisis complejos. Sin embargo, estas interpretaciones deben ser evaluadas cuidadosamente por el investigador, quien mantiene

la responsabilidad sobre la construcción de las conclusiones científicas (Flores y Gallegos, 1993).

Figura 15

El Papel de los Agentes Autónomos en la Investigación



Nota. Elaboración propia. La figura ilustra el papel de los agentes autónomos como apoyo en las diferentes etapas del proceso de investigación científica.

La capacidad de coordinar tareas colaborativas representa otra característica distintiva de los agentes inteligentes. En proyectos desarrollados por equipos multidisciplinarios, estos sistemas pueden organizar actividades, distribuir responsabilidades, realizar seguimiento del avance de cada fase de la investigación y facilitar la comunicación entre los diferentes integrantes del grupo. Asimismo, permiten centralizar la documentación del proyecto, controlar versiones de archivos y mantener un registro detallado de las decisiones metodológicas adoptadas durante el desarrollo de la investigación. Estas funciones fortalecen la coordinación y favorecen el trabajo colaborativo a escala nacional e internacional.

Los agentes autónomos también presentan un importante potencial para impulsar la ciencia abierta y la investigación reproducible. Mediante la documentación automática de procedimientos, la organización sistemática de bases de datos y la conservación de registros metodológicos, estos sistemas facilitan que otros investigadores comprendan cómo se

desarrolló un estudio y puedan reproducir sus resultados (Ramón y Restrepo, 2023). Además, la automatización de procesos administrativos reduce la carga operativa de los equipos de investigación, permitiendo dedicar más tiempo a actividades relacionadas con la innovación, la creatividad y la generación de nuevo conocimiento científico.

A pesar de sus numerosas ventajas, los agentes autónomos enfrentan importantes desafíos relacionados con la precisión, la transparencia y la responsabilidad científica. Estos sistemas pueden generar recomendaciones incorrectas cuando trabajan con información incompleta, interpretar de manera inadecuada determinados contextos disciplinarios o reproducir sesgos presentes en los datos utilizados durante su entrenamiento. Asimismo, la creciente autonomía de estos agentes exige establecer mecanismos claros de supervisión humana que permitan validar cada una de las decisiones relevantes adoptadas durante el proceso investigativo. La automatización nunca debe sustituir el juicio crítico del investigador.

Desde una perspectiva ética, la utilización de agentes autónomos requiere garantizar la transparencia respecto a las actividades que fueron automatizadas y aquellas desarrolladas directamente por los investigadores. También resulta indispensable proteger la privacidad de los datos procesados, documentar adecuadamente los procedimientos ejecutados por los sistemas inteligentes y mantener el control humano sobre las decisiones científicas de mayor impacto. La responsabilidad sobre la calidad metodológica, la interpretación de los resultados y la comunicación de los hallazgos continúa correspondiendo exclusivamente a los autores del estudio, independientemente del nivel de automatización alcanzado (Palamidessi et al., 2014).

Los agentes autónomos representan una de las tendencias más prometedoras de la inteligencia artificial aplicada a la investigación científica. Su capacidad para coordinar múltiples tareas, automatizar procesos complejos y asistir en diferentes etapas del trabajo investigativo permitirá incrementar la eficiencia, la colaboración y la productividad de los equipos de investigación (Falcón y Serpa, 2021). No obstante, el verdadero potencial de estas tecnologías dependerá de su integración responsable con el conocimiento especializado, el pensamiento crítico y los principios éticos que sustentan la ciencia. En los próximos años, los agentes inteligentes evolucionarán hacia sistemas más transparentes, especializados y colaborativos, consolidándose como aliados estratégicos para impulsar una investigación científica más ágil, reproducible e innovadora.

3.4 Inteligencia artificial multimodal en el análisis científico

La inteligencia artificial multimodal representa una de las innovaciones más relevantes dentro de la investigación científica contemporánea, debido a su capacidad para integrar y analizar simultáneamente diferentes tipos de información. A diferencia de los modelos tradicionales, que procesan únicamente texto o datos numéricos, los sistemas multimodales pueden interpretar imágenes, gráficos, tablas, audio, video, documentos y bases de datos estructuradas de manera conjunta (García et al., 2023). Esta capacidad permite obtener una comprensión más completa de fenómenos complejos y favorece la generación de análisis interdisciplinarios sustentados en múltiples fuentes de evidencia. Como resultado, la investigación científica evoluciona hacia enfoques más integrales que aprovechan la diversidad de información disponible.

El funcionamiento de la inteligencia artificial multimodal se basa en arquitecturas avanzadas de aprendizaje profundo que combinan modelos especializados para cada modalidad de datos. Estos sistemas identifican relaciones entre diferentes tipos de información, establecen conexiones semánticas y construyen representaciones unificadas que facilitan la interpretación científica. Por ejemplo, un mismo modelo puede analizar imágenes médicas junto con historias clínicas, interpretar gráficos experimentales acompañados de informes técnicos o relacionar registros audiovisuales con transcripciones textuales. Esta integración mejora la precisión del análisis y amplía la capacidad para identificar patrones que difícilmente serían detectados mediante enfoques convencionales (Figuerola et al., 2020).

En el ámbito de la investigación científica, la inteligencia artificial multimodal ha demostrado importantes aplicaciones en medicina, biología, ingeniería, ciencias ambientales, ciencias sociales y educación. En investigaciones biomédicas permite combinar imágenes diagnósticas, resultados de laboratorio y antecedentes clínicos para apoyar procesos de diagnóstico y pronóstico. En ciencias ambientales integra imágenes satelitales, sensores climáticos y registros geográficos para monitorear ecosistemas y predecir cambios ambientales (García et al., 2023). Asimismo, en educación facilita el análisis conjunto de registros académicos, interacciones en plataformas virtuales y observaciones cualitativas, proporcionando una visión más amplia de los procesos de aprendizaje.

Otra ventaja significativa de los sistemas multimodales consiste en su capacidad para fortalecer la interpretación de resultados científicos. La combinación de diversas fuentes de información permite validar hallazgos mediante procesos de triangulación automatizada, incrementando la robustez de las conclusiones obtenidas (Lopardo, 2024). Además, estos modelos generan

visualizaciones dinámicas, resúmenes integrados y explicaciones contextualizadas que facilitan la comprensión de fenómenos altamente complejos. Estas funciones resultan especialmente valiosas en investigaciones interdisciplinarias, donde la integración de información heterogénea constituye un requisito esencial para comprender la realidad estudiada.

A pesar de sus importantes beneficios, la inteligencia artificial multimodal enfrenta desafíos relacionados con la calidad de los datos, la interoperabilidad entre diferentes formatos de información y la complejidad computacional requerida para procesar múltiples modalidades simultáneamente. Asimismo, la interpretación de resultados depende de la correcta sincronización entre las distintas fuentes analizadas y de la adecuada supervisión del investigador, quien debe verificar la coherencia de las relaciones establecidas por los algoritmos (Jaramillo y Valverde, 2025; Bachelard, 1938). En consecuencia, la implementación de modelos multimodales requiere tanto infraestructura tecnológica avanzada como sólidos criterios metodológicos y éticos.

Tabla 16
Aplicaciones de la inteligencia artificial multimodal en el análisis científico

Modalidad de información	Tecnologías de IA empleadas	Aplicaciones científicas	Beneficios principales	Limitaciones	Áreas de investigación
Texto + imágenes	Procesamiento del lenguaje natural y visión artificial.	Interpretación de artículos científicos con figuras, análisis de imágenes diagnósticas y documentación técnica.	Mejora la comprensión contextual de la información.	Requiere alta calidad en ambos tipos de datos.	Medicina, biología, ingeniería y educación.
Texto + tablas + gráficos	Modelos multimodales y aprendizaje profundo.	Análisis conjunto de resultados estadísticos y descripciones metodológicas.	Facilita la interpretación integral de investigaciones.	Dificultad para procesar formatos heterogéneos.	Ciencias sociales, economía y salud.
Audio + texto	Reconocimiento automático del habla y procesamiento	Transcripción y análisis de entrevistas, grupos focales y	Reduce tiempos de procesamiento cualitativo.	Sensible a ruido y calidad del audio.	Psicología, educación y ciencias sociales.

Modalidad de información	Tecnologías de IA empleadas	Aplicaciones científicas	Beneficios principales	Limitaciones	Áreas de investigación
	del lenguaje natural.	conferencias científicas.			
Video + imágenes	Visión computacional y reconocimiento de acciones.	Análisis de experimentos, comportamiento humano y procedimientos de laboratorio.	Permite estudiar fenómenos dinámicos en tiempo real.	Elevado consumo computacional.	Ciencias del deporte, medicina e ingeniería.
Sensores + datos numéricos	Internet de las Cosas, aprendizaje automático y análisis predictivo.	Monitoreo ambiental, biomédico e industrial.	Obtención continua de datos y análisis automatizado.	Dependencia de infraestructura tecnológica.	Ciencias ambientales, agricultura e industria.
Imágenes satelitales + datos geográficos	Visión artificial y sistemas de información geográfica.	Seguimiento de cambios territoriales y monitoreo ambiental.	Amplía la capacidad de análisis espacial.	Gran volumen de datos para procesar.	Geografía, ecología y planificación territorial.
Datos clínicos + imágenes médicas	Redes neuronales profundas y modelos multimodales.	Diagnóstico asistido y pronóstico clínico.	Incrementa la precisión diagnóstica.	Requiere validación clínica rigurosa.	Medicina, radiología y salud pública.
Documentos científicos + bases de datos	Modelos generativos y minería de textos.	Integración de literatura, resultados experimentales y metadatos.	Favorece revisiones sistemáticas y generación de conocimiento.	Riesgo de inconsistencias entre fuentes.	Investigación multidisciplinaria.

Nota. Elaboración propia con base en aplicaciones actuales de inteligencia artificial multimodal utilizadas en diferentes áreas de la investigación científica.

La inteligencia artificial multimodal representa un cambio significativo en la manera de analizar información científica al integrar diferentes tipos de datos dentro de un mismo proceso analítico. Esta capacidad permite comprender fenómenos complejos desde múltiples perspectivas y fortalece la calidad de las interpretaciones mediante la combinación de evidencia textual, visual, numérica y audiovisual.

La incorporación de modelos multimodales favorece además el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias, donde la integración de información proveniente de distintas fuentes constituye un requisito indispensable para explicar procesos complejos. Su aplicación incrementa la precisión del análisis, facilita la triangulación metodológica y mejora la comunicación de los resultados mediante representaciones más completas y dinámicas.

No obstante, el aprovechamiento de estas tecnologías exige garantizar la calidad, compatibilidad y adecuada gestión de los datos utilizados durante el análisis. Asimismo, resulta indispensable mantener una supervisión metodológica permanente que permita validar las relaciones identificadas por los algoritmos y asegurar que las conclusiones se fundamenten en evidencia científica sólida y verificable (Bautista, 2022).

La evolución de la inteligencia artificial multimodal impulsará una nueva generación de sistemas capaces de comprender de manera integrada información procedente de múltiples dominios del conocimiento. Esta convergencia tecnológica fortalecerá la investigación científica mediante análisis más precisos, colaborativos y explicables, consolidando un paradigma donde la interacción entre diversas modalidades de información contribuya a generar conocimiento más robusto, reproducible e innovador.

3.5 Ciencia abierta y colaboración investigativa asistida por inteligencia artificial

La ciencia abierta (*Open Science*) representa un modelo de producción y difusión del conocimiento basado en los principios de transparencia, accesibilidad, colaboración y reutilización de la información científica. Su propósito consiste en facilitar que los resultados de la investigación, los datos, los métodos, los programas informáticos y otros recursos científicos estén disponibles para la comunidad académica y la sociedad en general. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha adquirido un papel estratégico al facilitar la organización, análisis e intercambio de grandes volúmenes de información, promoviendo nuevas formas de colaboración entre investigadores, instituciones y disciplinas. La convergencia entre ciencia abierta e inteligencia artificial está configurando un ecosistema científico más dinámico, participativo y orientado a la innovación (Bachelard, 1938).

Uno de los principales aportes de la inteligencia artificial a la ciencia abierta consiste en la optimización del acceso al conocimiento científico. Los sistemas inteligentes pueden explorar simultáneamente miles de artículos, repositorios institucionales, bases de datos y bibliotecas digitales para localizar información relevante en cuestión de segundos. Además, emplean técnicas de procesamiento del lenguaje natural y búsqueda semántica para identificar

investigaciones relacionadas, descubrir conexiones entre diferentes áreas del conocimiento y recomendar literatura pertinente según los intereses del investigador. Estas capacidades reducen las barreras de acceso a la información y favorecen una actualización científica permanente (Duarte y Velho, 2009).

La colaboración investigativa también se fortalece mediante plataformas inteligentes que facilitan el trabajo conjunto entre investigadores ubicados en diferentes regiones del mundo. Estas herramientas permiten compartir documentos, gestionar versiones de archivos, coordinar actividades, organizar cronogramas y mantener comunicación permanente entre los integrantes de un proyecto (Bokulich, 2011). Asimismo, la inteligencia artificial puede automatizar tareas relacionadas con la organización documental, la asignación de responsabilidades y el seguimiento del avance de la investigación, favoreciendo una gestión más eficiente de proyectos científicos desarrollados por equipos multidisciplinarios e internacionales.

Otro elemento esencial de la ciencia abierta corresponde al intercambio de datos de investigación. La inteligencia artificial facilita la organización, clasificación y documentación de bases de datos para que puedan ser reutilizadas por otros investigadores respetando criterios de calidad, interoperabilidad y trazabilidad. Este proceso se encuentra estrechamente relacionado con los principios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable and Reusable*), que promueven que los datos científicos sean localizables, accesibles, interoperables y reutilizables (Giordano, 2023). La aplicación de algoritmos inteligentes contribuye a cumplir estos principios mediante la generación automática de metadatos, la identificación de duplicidades y la organización estructurada de la información científica.

La inteligencia artificial también impulsa nuevas formas de cooperación durante la producción del conocimiento. Los modelos generativos pueden asistir en la elaboración de borradores, la síntesis de literatura, la traducción de documentos científicos y la preparación de materiales para divulgación académica, facilitando la comunicación entre investigadores que pertenecen a diferentes contextos lingüísticos y culturales. Estas herramientas incrementan la productividad de los equipos de investigación y favorecen la construcción colaborativa de conocimiento, siempre que los resultados sean revisados críticamente y validados por los autores responsables del estudio (García et al., 2023).

La integración de inteligencia artificial con plataformas de ciencia abierta ha fortalecido además la reproducibilidad de las investigaciones. Los sistemas inteligentes facilitan el almacenamiento organizado de protocolos metodológicos, bases de datos, códigos de

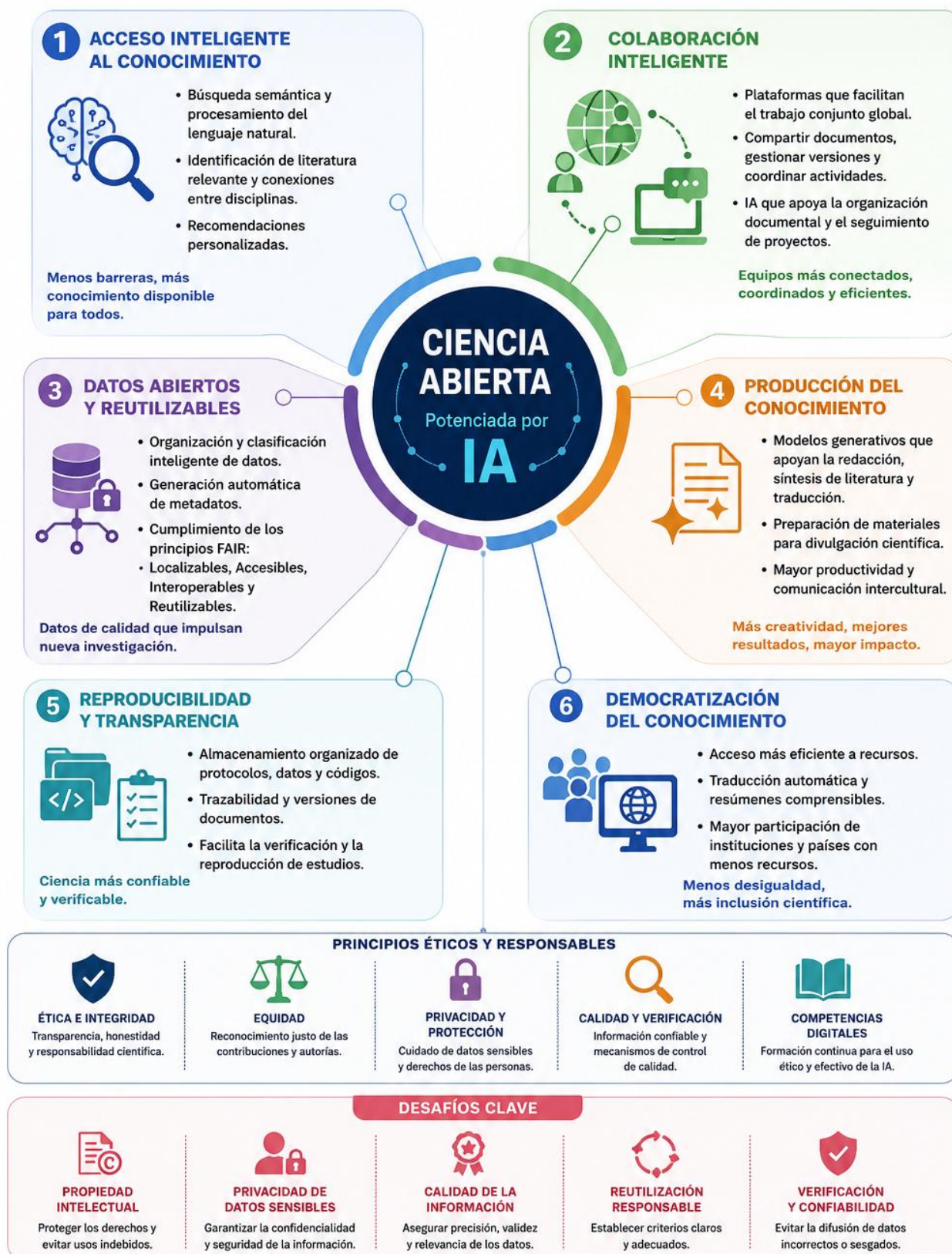
programación y versiones sucesivas de los documentos científicos. Esta documentación sistemática permite que otros investigadores comprendan con mayor precisión cómo fue desarrollado un estudio y puedan reproducir los procedimientos empleados (Humpiri y Humpri, 2021). La reproducibilidad constituye uno de los pilares de la investigación científica y resulta indispensable para fortalecer la confianza en los resultados publicados.

Otro beneficio importante corresponde a la democratización del conocimiento científico. La inteligencia artificial facilita el acceso a recursos académicos mediante sistemas de búsqueda más eficientes, traducción automática de publicaciones y generación de resúmenes comprensibles para públicos con diferentes niveles de formación. Estas capacidades amplían las oportunidades de participación en la investigación científica, especialmente para instituciones y países con recursos limitados, contribuyendo a reducir desigualdades en el acceso al conocimiento y fortaleciendo la cooperación académica internacional (Kuhn, 1962).

No obstante, la ciencia abierta asistida por inteligencia artificial también enfrenta importantes desafíos. Entre ellos destacan la protección de la propiedad intelectual, la privacidad de los datos sensibles, la calidad de la información compartida y la necesidad de establecer criterios claros para la reutilización de recursos científicos (Bokulich, 2011). Asimismo, el acceso abierto a grandes volúmenes de información requiere mecanismos robustos de verificación que permitan identificar datos confiables y prevenir la difusión de contenidos incorrectos o metodológicamente deficientes. Estos desafíos evidencian la importancia de combinar apertura científica con adecuados sistemas de control de calidad.

Figura 16

Ciencia abierta y colaboración investigativa asistida por inteligencia artificial.



Nota. Elaboración propia. La figura resume los principales aportes, principios éticos y desafíos de la integración de la inteligencia artificial en la ciencia abierta y la colaboración investigativa.

Desde una perspectiva ética, la colaboración investigativa apoyada por inteligencia artificial debe promover la equidad, el reconocimiento de las contribuciones individuales y el respeto

por los derechos de autor. Las tecnologías inteligentes pueden facilitar la interacción entre investigadores, pero no deben sustituir los principios de honestidad, transparencia y responsabilidad científica que orientan el trabajo colaborativo. Resulta igualmente importante garantizar que las decisiones relacionadas con la interpretación de resultados, la autoría y la comunicación de hallazgos permanezcan bajo la supervisión de los investigadores responsables del proyecto.

El fortalecimiento de la ciencia abierta también exige desarrollar competencias digitales que permitan utilizar adecuadamente las herramientas inteligentes disponibles. Los investigadores deben conocer los principios relacionados con la gestión de datos abiertos, la documentación metodológica, el uso de repositorios institucionales y la aplicación ética de la inteligencia artificial durante la colaboración científica (Jaramillo y Valverde, 2025). Estas competencias facilitarán la construcción de redes internacionales de investigación más sólidas y favorecerán una cultura académica basada en el intercambio responsable del conocimiento.

La ciencia abierta y la colaboración investigativa asistida por inteligencia artificial representan una de las tendencias más prometedoras para el futuro de la investigación científica. La integración de plataformas inteligentes con principios de acceso abierto fortalece la cooperación internacional, mejora la gestión del conocimiento, incrementa la reproducibilidad de los estudios y favorece la democratización de la información científica. Sin embargo, el éxito de este modelo dependerá del equilibrio entre innovación tecnológica, protección de los derechos de los investigadores, integridad académica y compromiso ético con una producción científica transparente, colaborativa y orientada al beneficio de la sociedad (Lakatos, 1978).

3.6 Personalización de los procesos de formación investigativa

La formación investigativa constituye un proceso continuo mediante el cual estudiantes, docentes e investigadores desarrollan conocimientos, habilidades y competencias necesarias para producir conocimiento científico de manera rigurosa. Tradicionalmente, los programas de formación en investigación se han caracterizado por aplicar metodologías homogéneas para grupos amplios de participantes, sin considerar plenamente las diferencias individuales en experiencias, ritmos de aprendizaje, intereses o necesidades académicas. La incorporación de la inteligencia artificial (IA) ha impulsado un cambio significativo hacia modelos de aprendizaje personalizados, capaces de adaptar contenidos, actividades y estrategias de acompañamiento según las características particulares de cada investigador en formación.

(Humpiri y Humpri, 2021). Esta evolución favorece procesos educativos más flexibles, eficientes y centrados en el desarrollo de competencias científicas.

Los sistemas inteligentes utilizan algoritmos de aprendizaje automático, procesamiento del lenguaje natural y analítica del aprendizaje para identificar fortalezas, debilidades y estilos de aprendizaje de los usuarios. A partir de esta información, generan recomendaciones personalizadas sobre literatura científica, metodologías de investigación, ejercicios prácticos, recursos educativos y rutas de aprendizaje adaptadas a los objetivos de cada participante. Además, pueden monitorear el progreso alcanzado durante la formación investigativa, detectar dificultades tempranas y proponer actividades específicas orientadas a fortalecer competencias que requieren mayor desarrollo (Kuhn, 1962).

Otra aplicación importante corresponde al uso de tutores inteligentes capaces de brindar orientación permanente durante el proceso de formación. Estos asistentes responden preguntas metodológicas, explican conceptos científicos, sugieren mejoras en la formulación de problemas de investigación y ofrecen retroalimentación inmediata sobre actividades desarrolladas por los estudiantes. Asimismo, permiten practicar procedimientos relacionados con la construcción de instrumentos, el análisis de datos, la elaboración de proyectos y la redacción académica, facilitando un aprendizaje continuo y accesible en cualquier momento (Blanco y Mesa, 2022). Estas herramientas complementan la labor del docente y fortalecen la autonomía del investigador en formación.

La inteligencia artificial también favorece la construcción de itinerarios formativos personalizados según el nivel de experiencia de cada investigador. Los estudiantes que inician su formación pueden recibir contenidos orientados a los fundamentos metodológicos, mientras que investigadores con mayor trayectoria acceden a recursos especializados relacionados con análisis avanzados, ciencia de datos, inteligencia artificial aplicada o publicación científica internacional (García et al., 2023). Esta adaptación mejora la pertinencia del proceso formativo y contribuye a desarrollar competencias acordes con las necesidades individuales y con las exigencias de cada disciplina científica.

A pesar de las oportunidades ofrecidas por la inteligencia artificial, la personalización de la formación investigativa requiere mantener un equilibrio entre la automatización y el acompañamiento humano. Los sistemas inteligentes pueden identificar necesidades de aprendizaje y recomendar recursos educativos, pero la orientación ética, el pensamiento crítico, la creatividad científica y la capacidad para formular preguntas innovadoras continúan

dependiendo de la interacción con docentes, tutores e investigadores experimentados. En consecuencia, la inteligencia artificial debe concebirse como un complemento que fortalece los procesos educativos sin reemplazar la mentoría académica y la construcción colaborativa del conocimiento (Kuhn, 1962).

Tabla 17

Aplicaciones de inteligencia artificial para la personalización de los procesos de formación investigativa

Componente formativo	Aplicación de inteligencia artificial	Función principal	Beneficios para el investigador en formación	Limitaciones	Competencias fortalecidas
Diagnóstico de competencias	Analítica del aprendizaje y aprendizaje automático	Identificación de fortalezas y necesidades formativas.	Permite diseñar rutas de aprendizaje individualizadas.	Depende de la calidad de los datos disponibles.	Autoconocimiento y planificación del aprendizaje.
Tutores inteligentes	Modelos de lenguaje y asistentes virtuales	Orientación metodológica y resolución de consultas.	Retroalimentación inmediata y disponibilidad permanente.	No reemplaza la mentoría especializada.	Metodología de investigación y razonamiento científico.
Recomendación de recursos	Sistemas de recomendación inteligentes	Selección personalizada de artículos, libros y materiales académicos.	Optimiza el acceso a información relevante.	Puede priorizar contenidos según patrones previos.	Gestión de información científica.
Diseño de itinerarios formativos	Algoritmos adaptativos	Organización progresiva de contenidos y actividades.	Favorece el aprendizaje al ritmo del estudiante.	Requiere actualización constante de contenidos.	Aprendizaje autónomo y planificación investigativa.
Evaluación formativa	Inteligencia artificial educativa	Seguimiento del progreso y detección de dificultades.	Facilita intervenciones tempranas para mejorar el desempeño.	No evalúa completamente competencias complejas.	Autoevaluación y mejora continua.
Retroalimentación académica	Procesamiento del lenguaje natural	Revisión de textos, propuestas y proyectos de investigación.	Mejora la calidad de la escritura científica.	Requiere validación por parte del docente.	Comunicación científica y redacción académica.

Componente formativo	Aplicación de inteligencia artificial	Función principal	Beneficios para el investigador en formación	Limitaciones	Competencias fortalecidas
Simulación de procesos investigativos	Plataformas inteligentes de aprendizaje	Desarrollo de ejercicios prácticos y escenarios virtuales.	Favorece el aprendizaje experiencial.	Limitaciones para reproducir contextos reales complejos.	Resolución de problemas y toma de decisiones.
Gestión del progreso	Analítica educativa y paneles inteligentes	Monitoreo de avances y cumplimiento de objetivos.	Facilita la planificación y el seguimiento del aprendizaje.	Riesgo de depender excesivamente de indicadores cuantitativos.	Autorregulación y gestión del proceso investigativo.

Nota. Elaboración propia con base en aplicaciones contemporáneas de inteligencia artificial utilizadas para fortalecer la formación y el desarrollo de competencias investigativas.

La incorporación de inteligencia artificial en la formación investigativa favorece la construcción de procesos educativos más flexibles, personalizados y orientados al desarrollo progresivo de competencias científicas (Figueroa et al., 2020). La posibilidad de adaptar contenidos, ofrecer retroalimentación inmediata y recomendar recursos específicos incrementa la eficiencia del aprendizaje y fortalece la autonomía de quienes se preparan para desarrollar investigación científica.

Los tutores inteligentes y los sistemas de analítica del aprendizaje permiten identificar necesidades individuales con mayor precisión, facilitando intervenciones oportunas que mejoran el rendimiento académico y la consolidación de habilidades metodológicas. Estas tecnologías complementan las estrategias tradicionales de enseñanza y favorecen una experiencia formativa más dinámica, accesible y centrada en el estudiante.

No obstante, la personalización apoyada por inteligencia artificial no sustituye el papel del docente ni la importancia del acompañamiento científico durante la formación de investigadores. El desarrollo del pensamiento crítico, la ética de la investigación, la creatividad y la capacidad para interpretar fenómenos complejos continúan dependiendo del diálogo académico, la reflexión colectiva y la experiencia de investigadores con trayectoria consolidada (Duarte y Velho, 2009).

La evolución de la inteligencia artificial permitirá desarrollar entornos de aprendizaje cada vez más adaptativos, colaborativos y especializados, capaces de acompañar a los investigadores durante todas las etapas de su formación. La integración equilibrada entre tecnologías

inteligentes, mentoría académica y metodologías activas contribuirá a formar profesionales con mayores competencias para afrontar los desafíos científicos de una sociedad caracterizada por la transformación digital y la generación acelerada de conocimiento (García et al., 2023).

3.7 Nuevos perfiles y competencias del investigador

La acelerada incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la investigación científica está transformando profundamente el perfil del investigador contemporáneo. Durante décadas, las competencias investigativas estuvieron centradas principalmente en el dominio de metodologías científicas, el análisis crítico de la literatura y la aplicación de técnicas de recolección y análisis de datos (Falcón y Serpa, 2021). Sin embargo, el avance de las tecnologías inteligentes ha ampliado considerablemente las habilidades necesarias para desarrollar investigaciones de calidad. En la actualidad, el investigador debe combinar conocimientos científicos con competencias digitales, capacidad para interactuar con sistemas inteligentes y habilidades orientadas a gestionar grandes volúmenes de información dentro de entornos tecnológicos cada vez más complejos (Giordano, 2023).

Uno de los cambios más importantes corresponde al desarrollo de la alfabetización en inteligencia artificial. Esta competencia implica comprender los principios básicos de funcionamiento de los modelos inteligentes, conocer sus posibilidades de aplicación, identificar sus limitaciones y evaluar críticamente los resultados generados por estas herramientas. No se trata únicamente de aprender a utilizar aplicaciones tecnológicas, sino de comprender cómo influyen los algoritmos en la producción del conocimiento y cómo pueden integrarse de manera responsable dentro del proceso investigativo (García et al., 2023). Esta alfabetización permitirá tomar decisiones más fundamentadas y aprovechar el potencial de la inteligencia artificial sin comprometer el rigor científico.

La gestión eficiente de datos se ha convertido en otra competencia indispensable para los investigadores del futuro. El crecimiento exponencial de la información científica exige desarrollar habilidades relacionadas con la organización, almacenamiento, procesamiento, análisis y protección de grandes conjuntos de datos. Además, resulta necesario conocer principios asociados con la calidad de los datos, la interoperabilidad, la trazabilidad y la reutilización de la información conforme a estándares internacionales. Estas capacidades permiten desarrollar investigaciones más robustas y facilitan la integración de inteligencia artificial en diferentes etapas del proceso científico (Jaramillo y Valverde, 2025).

El pensamiento crítico continúa ocupando un lugar central dentro del perfil del investigador, incluso en un contexto de creciente automatización. Aunque los sistemas inteligentes pueden generar análisis complejos, identificar patrones y producir recomendaciones metodológicas, corresponde al investigador interpretar críticamente la información obtenida, valorar su coherencia con la evidencia disponible y determinar la pertinencia de las conclusiones alcanzadas (Machamer et al., 2022). La capacidad para cuestionar resultados, reconocer limitaciones y formular nuevas hipótesis seguirá siendo una competencia exclusivamente humana y un elemento diferenciador dentro de la producción científica.

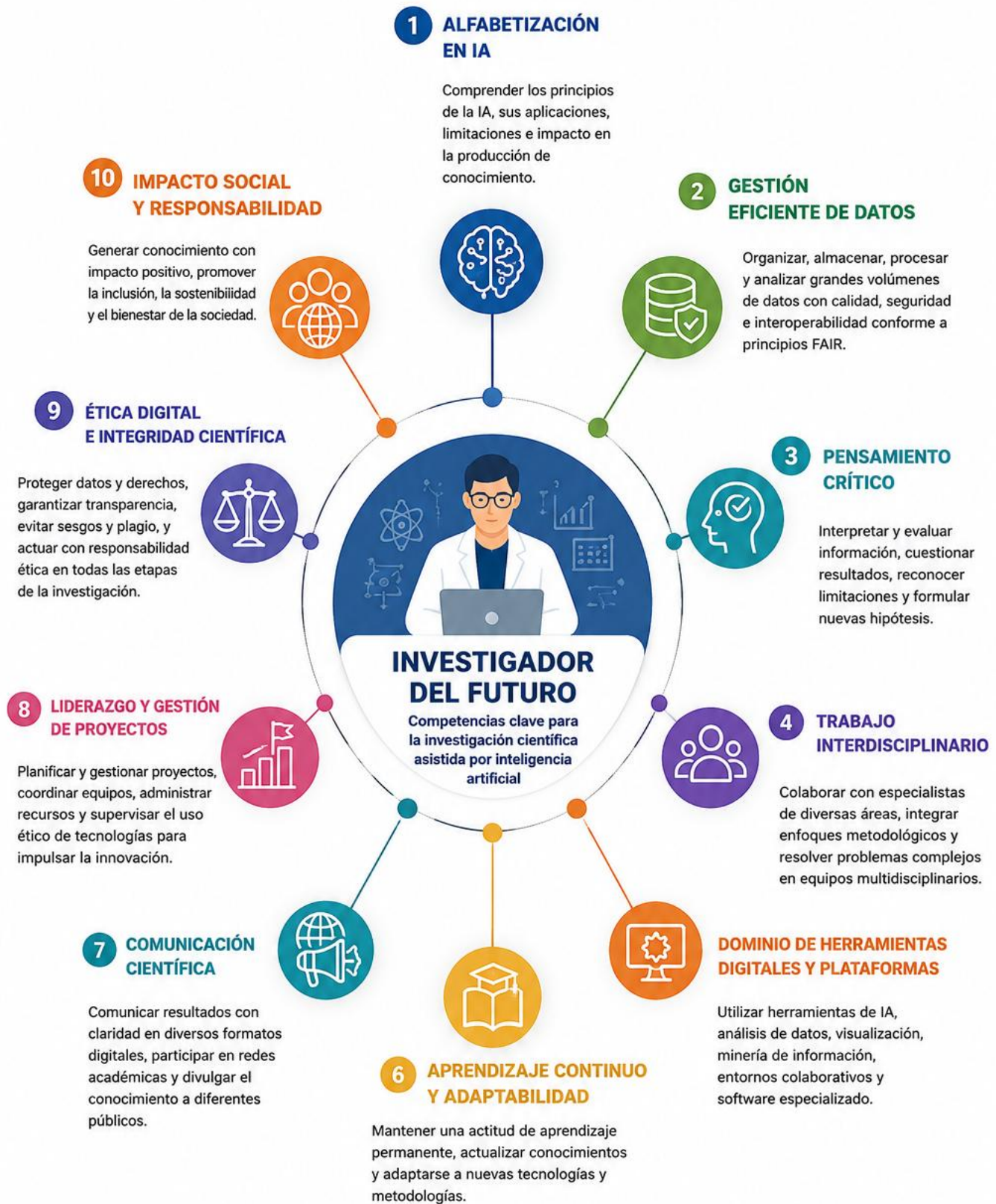
Otra competencia emergente corresponde a la capacidad para trabajar de manera interdisciplinaria. La investigación apoyada por inteligencia artificial integra conocimientos provenientes de informática, estadística, matemáticas, ciencias sociales, ingeniería, biología, salud y muchas otras disciplinas. En consecuencia, los investigadores deben desarrollar habilidades para colaborar con especialistas de diferentes áreas, comprender distintos enfoques metodológicos y participar en equipos multidisciplinarios orientados a resolver problemas complejos. Esta integración favorece la innovación y fortalece la calidad de las investigaciones desarrolladas (Fochler et al., 2025).

El dominio de herramientas digitales y plataformas especializadas constituye igualmente un requisito indispensable para el investigador contemporáneo. Además de los programas tradicionales de análisis estadístico o gestión bibliográfica, actualmente resulta necesario conocer sistemas de inteligencia artificial generativa, plataformas de minería de datos, aplicaciones para visualización científica, herramientas de análisis cualitativo y entornos colaborativos en línea. Estas competencias tecnológicas incrementan la productividad, optimizan la gestión del conocimiento y facilitan la participación en proyectos científicos nacionales e internacionales.

La ética digital representa otra dimensión esencial del nuevo perfil investigador. La utilización responsable de inteligencia artificial exige comprender aspectos relacionados con la privacidad de los datos, la protección de la propiedad intelectual, la transparencia metodológica, la prevención del plagio y la mitigación de sesgos algorítmicos. Los investigadores deben actuar conforme a principios de integridad científica, garantizando que las tecnologías inteligentes sean empleadas de manera ética y respetando los derechos de las personas involucradas en la investigación. Esta competencia fortalece la confianza de la sociedad en la producción científica y promueve una innovación responsable (Figuerola et al., 2020).

Figura 17

Nuevos perfiles y competencias del investigador en la era de la inteligencia artificial.



Nota. Elaboración propia. La figura sintetiza las principales competencias científicas, digitales, éticas y colaborativas que caracterizan al investigador del futuro.

La capacidad para adaptarse al cambio tecnológico constituye una competencia estratégica dentro del escenario científico actual. La inteligencia artificial evoluciona rápidamente y continuamente aparecen nuevas herramientas, metodologías y aplicaciones que transforman la manera de desarrollar investigaciones (Humpiri y Humpri, 2021). En este contexto, los investigadores deben mantener una actitud de aprendizaje permanente, actualizar sus conocimientos y desarrollar flexibilidad para incorporar innovaciones que mejoren la calidad de su trabajo. La formación continua se convierte así en un componente esencial del ejercicio profesional y académico.

La comunicación científica también experimenta importantes transformaciones como consecuencia del desarrollo de la inteligencia artificial. Los investigadores deben fortalecer sus habilidades para comunicar resultados utilizando diferentes formatos digitales, elaborar visualizaciones interactivas, participar en redes académicas internacionales y difundir el conocimiento mediante plataformas de acceso abierto (Humpiri y Humpri, 2021). Asimismo, resulta necesario desarrollar competencias relacionadas con la divulgación científica dirigida a públicos no especializados, favoreciendo la transferencia del conocimiento hacia la sociedad y promoviendo una mayor comprensión de los avances científicos.

El liderazgo y la gestión de proyectos representan competencias cada vez más relevantes para quienes desarrollan investigación apoyada por inteligencia artificial. La coordinación de equipos interdisciplinarios, la administración de recursos tecnológicos, la supervisión ética del uso de algoritmos y la planificación estratégica de proyectos requieren habilidades organizativas que trascienden el dominio metodológico tradicional. Los investigadores del futuro deberán combinar competencias científicas, tecnológicas y de gestión para liderar procesos de innovación dentro de instituciones académicas, centros de investigación y organizaciones productivas (Ochichi, 2023).

La evolución de la inteligencia artificial está configurando un nuevo perfil del investigador, caracterizado por la integración de competencias científicas, digitales, éticas y colaborativas. La alfabetización en inteligencia artificial, la gestión de datos, el pensamiento crítico, el trabajo interdisciplinario, la ética digital, el aprendizaje continuo y el liderazgo constituyen capacidades fundamentales para enfrentar los desafíos de la investigación científica del siglo XXI. Más allá del dominio tecnológico, el investigador seguirá siendo el principal responsable de formular preguntas relevantes, interpretar la evidencia disponible y generar conocimiento con impacto social (Jaramillo y Valverde, 2025). La combinación entre innovación tecnológica

y desarrollo de competencias humanas permitirá consolidar una ciencia más eficiente, responsable, inclusiva y orientada a responder los problemas complejos que enfrenta la sociedad contemporánea.

3.8 Desafíos y perspectivas de la investigación científica inteligente

La investigación científica se encuentra inmersa en un proceso de transformación impulsado por el desarrollo acelerado de la inteligencia artificial (IA), la analítica avanzada de datos, la automatización y la computación de alto rendimiento. Estas tecnologías han ampliado las capacidades de los investigadores para analizar información, generar conocimiento y resolver problemas de creciente complejidad. Sin embargo, su incorporación también plantea importantes desafíos metodológicos, tecnológicos, éticos y sociales que deben abordarse para garantizar una utilización responsable de estas herramientas (Hu, 2021). En este escenario, la investigación científica inteligente surge como un modelo que combina la capacidad analítica de los sistemas automatizados con el pensamiento crítico y la experiencia de los investigadores.

Uno de los principales desafíos consiste en garantizar la calidad y confiabilidad de los datos utilizados para entrenar los sistemas de inteligencia artificial. Los algoritmos aprenden a partir de la información disponible, por lo que cualquier error, sesgo o inconsistencia presente en las bases de datos puede afectar significativamente los resultados obtenidos. La construcción de conjuntos de datos representativos, actualizados y correctamente documentados constituye un requisito indispensable para desarrollar modelos científicos confiables (De la Cruz, 2017). Asimismo, será necesario fortalecer mecanismos de validación que permitan identificar oportunamente posibles limitaciones antes de aplicar estos sistemas en investigaciones de alto impacto.

Otro reto importante corresponde a la explicabilidad de los modelos inteligentes. Aunque muchos algoritmos alcanzan elevados niveles de precisión, en numerosas ocasiones resulta difícil comprender cómo llegan a determinadas conclusiones debido a la complejidad de sus procesos internos. Esta situación limita la transparencia científica y dificulta la evaluación crítica de los resultados obtenidos (Falcón y Serpa, 2021). En respuesta a este problema, la investigación actual promueve el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial explicable (*Explainable Artificial Intelligence*), capaces de ofrecer justificaciones comprensibles sobre sus decisiones y fortalecer la confianza de investigadores, revisores y usuarios finales.

La protección de la privacidad y la seguridad de la información representa igualmente un desafío estratégico para la investigación científica inteligente. El procesamiento de grandes

volúmenes de datos personales, clínicos, educativos o institucionales exige implementar mecanismos robustos de protección frente a accesos no autorizados, pérdidas de información y usos indebidos de los datos (Jaramillo y Valverde, 2025). Además, la creciente colaboración internacional demanda establecer estándares comunes relacionados con el intercambio seguro de información, la interoperabilidad entre plataformas y el cumplimiento de la normativa nacional e internacional sobre protección de datos y ética de la investigación.

Otro aspecto fundamental corresponde a la formación del capital humano capaz de desenvolverse en entornos científicos altamente digitalizados. La incorporación de inteligencia artificial exige fortalecer competencias relacionadas con ciencia de datos, programación, análisis computacional, ética digital, gestión de información y pensamiento interdisciplinario (Hu, 2021). Las universidades y centros de investigación deberán adaptar sus programas académicos para preparar investigadores capaces de integrar tecnologías inteligentes dentro de sus procesos metodológicos sin perder el rigor científico, la creatividad y la capacidad de análisis crítico que caracterizan a la actividad investigativa.

La gobernanza de la inteligencia artificial constituye otra perspectiva clave para el futuro de la investigación científica. El crecimiento acelerado de estas tecnologías requiere desarrollar políticas institucionales, marcos regulatorios y principios éticos que orienten su utilización responsable. Las decisiones relacionadas con transparencia, propiedad intelectual, responsabilidad científica, supervisión humana y mitigación de sesgos deberán integrarse dentro de normativas capaces de acompañar la evolución tecnológica sin obstaculizar la innovación (Hu, 2021). Una adecuada gobernanza permitirá equilibrar el progreso científico con la protección de los derechos de las personas y el fortalecimiento de la confianza social en la ciencia.

La colaboración interdisciplinaria e internacional continuará desempeñando un papel central dentro del desarrollo de la investigación científica inteligente. La resolución de problemas complejos relacionados con salud, cambio climático, sostenibilidad, seguridad alimentaria o transformación digital requiere integrar conocimientos provenientes de múltiples disciplinas y contextos geográficos. La inteligencia artificial facilitará esta cooperación mediante plataformas colaborativas, sistemas de traducción automática, análisis compartido de datos y redes globales de investigación que favorecerán una producción científica más abierta, inclusiva y orientada a resolver desafíos de alcance mundial.

Otra perspectiva de gran relevancia corresponde al desarrollo de laboratorios inteligentes y sistemas experimentales autónomos. La integración entre inteligencia artificial, robótica, sensores avanzados y computación en la nube permitirá automatizar experimentos complejos, optimizar protocolos de investigación y acelerar significativamente la generación de nuevos descubrimientos científicos. Estos avances favorecerán una mayor reproducibilidad de los estudios y permitirán explorar hipótesis que anteriormente resultaban inviables debido a limitaciones técnicas o de recursos. No obstante, el diseño experimental y la interpretación de los resultados continuarán requiriendo la supervisión de investigadores especializados (Kuhn, 1962).

La evolución de la computación cuántica representa un horizonte con gran potencial para transformar la investigación científica inteligente. Aunque esta tecnología aún se encuentra en una etapa de desarrollo, su capacidad para resolver problemas altamente complejos mediante nuevos paradigmas computacionales permitirá abordar desafíos actualmente inaccesibles para la informática convencional (Jaramillo y Valverde, 2025). La combinación entre inteligencia artificial y computación cuántica podría revolucionar áreas como el descubrimiento de medicamentos, la simulación molecular, la optimización logística y el análisis de grandes redes de información científica, ampliando considerablemente las fronteras del conocimiento.

Desde una perspectiva ética y social, uno de los mayores desafíos consistirá en mantener el equilibrio entre automatización e intervención humana. La inteligencia artificial continuará asumiendo tareas cada vez más complejas dentro del proceso investigativo, pero la formulación de preguntas científicas, la interpretación crítica de los hallazgos, la toma de decisiones metodológicas y la evaluación de las implicaciones (Jaramillo y Valverde, 2025) sociales del conocimiento seguirán dependiendo del juicio humano. Preservar este equilibrio permitirá aprovechar el potencial tecnológico sin comprometer la creatividad, la responsabilidad y la integridad que caracterizan a la investigación científica.

La investigación científica inteligente representa una nueva etapa en la evolución del conocimiento, caracterizada por la integración entre capacidades humanas y tecnologías avanzadas de inteligencia artificial. Los desafíos relacionados con la calidad de los datos, la transparencia, la formación de investigadores, la gobernanza tecnológica, la protección de la privacidad y la ética científica deberán abordarse mediante estrategias colaborativas y multidisciplinarias. Al mismo tiempo, las perspectivas futuras evidencian un escenario donde la automatización, la ciencia abierta, los modelos generativos, la inteligencia artificial

multimodal y la computación de nueva generación impulsarán descubrimientos cada vez más rápidos y precisos. En este contexto, el investigador continuará siendo el actor central del proceso científico, guiando el uso responsable de la tecnología para generar conocimiento confiable, innovador y comprometido con el bienestar de la sociedad (Giordano, 2023).

A vertical strip on the left side of the page features a composite image. The top portion shows a close-up of a microscope's objective lens and stage. The bottom portion displays a glowing green molecular structure, resembling a DNA double helix, against a dark background.

Capítulo

06.

**Aplicaciones prácticas de la
inteligencia artificial en la
investigación científica**

A large, abstract graphic on the right side of the page. It consists of a network of thin, light-blue lines connecting various circular nodes of different sizes. Some nodes are solid teal, while others are outlines. The network forms a complex, web-like structure that fills the right half of the page.

3.9 La inteligencia artificial en investigaciones cuantitativas

La investigación cuantitativa ha experimentado una importante transformación con la incorporación de la inteligencia artificial (IA), debido a que esta tecnología facilita el procesamiento de grandes volúmenes de información y fortalece la precisión de los análisis estadísticos. Su integración permite optimizar diferentes etapas del proceso investigativo, desde la organización de bases de datos hasta la identificación de patrones complejos que difícilmente podrían detectarse mediante procedimientos convencionales. De esta manera, la IA complementa el rigor metodológico propio de los estudios cuantitativos y favorece la obtención de resultados más consistentes (Garritz, 2004).

Desde las primeras fases de una investigación, la inteligencia artificial contribuye a mejorar la planificación del estudio mediante el análisis automatizado de antecedentes científicos y la identificación de variables relevantes. Según Arias y Artigas (2022), la formulación de problemas científicos requiere reconocer vacíos de conocimiento y construir preguntas investigativas pertinentes, proceso que actualmente puede fortalecerse mediante herramientas inteligentes capaces de analizar grandes cantidades de literatura especializada en tiempos reducidos.

Uno de los principales aportes de la IA consiste en la automatización del tratamiento de datos numéricos. Los algoritmos permiten detectar registros incompletos, valores atípicos, inconsistencias y errores de digitación antes de realizar los análisis estadísticos. Esta capacidad reduce significativamente el tiempo dedicado a la depuración de bases de datos y mejora la calidad de la información utilizada para contrastar hipótesis. Como resultado, los investigadores pueden concentrar mayores esfuerzos en la interpretación de los hallazgos y en la construcción del conocimiento científico (Falcón y Serpa, 2021).

La aplicación de modelos inteligentes también ha fortalecido el análisis estadístico avanzado. Los algoritmos de aprendizaje automático permiten reconocer relaciones no lineales entre variables, generar modelos predictivos y evaluar múltiples escenarios con elevados niveles de precisión. Estas posibilidades amplían el alcance de los métodos cuantitativos tradicionales y facilitan la comprensión de fenómenos complejos que involucran numerosas variables interrelacionadas.

En estudios experimentales, correlacionales y explicativos, la inteligencia artificial favorece la construcción de modelos capaces de estimar comportamientos futuros a partir de datos históricos (Castelo, 2025). Dichos procedimientos complementan las técnicas estadísticas

convencionales sin sustituir el razonamiento científico del investigador. En este sentido, la utilidad de la IA depende tanto de la calidad de los datos como de la adecuada interpretación de los resultados obtenidos, evitando conclusiones basadas únicamente en procesos automatizados.

Otra aplicación relevante se observa en la validación de modelos cuantitativos. Mediante simulaciones computacionales es posible comparar distintos escenarios, evaluar el desempeño de los modelos predictivos y estimar niveles de error antes de aplicar los resultados en contextos reales. Acevedo et al. (2017) sostienen que los modelos científicos representan herramientas fundamentales para explicar la realidad, por lo que la inteligencia artificial amplía sus posibilidades al incorporar procesos dinámicos de análisis y validación.

Figura 18

Aportes de la inteligencia artificial en investigaciones cuantitativas



Nota.

La figura presenta los principales aportes de la inteligencia artificial para fortalecer las investigaciones cuantitativas mediante la automatización y el análisis de datos.

La integración de la IA también favorece la reproducibilidad de las investigaciones cuantitativas. Los procedimientos automatizados permiten documentar cada etapa del procesamiento de datos, registrar las transformaciones realizadas y disminuir la posibilidad de errores derivados de intervenciones manuales. Estas características fortalecen la transparencia

metodológica y responden a una de las principales exigencias de la ciencia contemporánea relacionada con la verificación independiente de los resultados.

No obstante, el uso de inteligencia artificial en investigaciones cuantitativas también plantea desafíos metodológicos y éticos. Los algoritmos pueden reproducir sesgos presentes en las bases de datos o generar interpretaciones incorrectas cuando los modelos son utilizados sin una adecuada supervisión científica. Por ello, resulta indispensable que el investigador mantenga una actitud crítica frente a los resultados generados automáticamente y evalúe permanentemente la coherencia entre los procedimientos empleados y los objetivos del estudio (Tamayo et al., 2015; García et al., 2023).

En consecuencia, la inteligencia artificial constituye una herramienta de enorme valor para potenciar la investigación cuantitativa, siempre que su utilización se fundamente en principios científicos sólidos y en una adecuada comprensión metodológica. Su verdadero aporte no consiste en reemplazar la labor investigativa, sino en ampliar la capacidad analítica del investigador para producir conocimiento más preciso, eficiente y sustentado en evidencia confiable.

3.10 La inteligencia artificial en investigaciones cualitativas

La investigación cualitativa busca comprender fenómenos sociales desde la perspectiva de los participantes, considerando el contexto, las experiencias y los significados que construyen las personas. En este escenario, la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a desempeñar un papel relevante al facilitar el manejo de grandes cantidades de información textual, audiovisual y documental. Su incorporación no modifica la naturaleza interpretativa del enfoque cualitativo, sino que fortalece la organización y el análisis de los datos obtenidos durante el proceso investigativo.

Las herramientas basadas en inteligencia artificial permiten clasificar entrevistas, transcribir grabaciones, identificar palabras clave y organizar información según categorías previamente definidas. Estas funciones reducen considerablemente el tiempo requerido para las tareas operativas, permitiendo que el investigador dedique mayores esfuerzos a la interpretación crítica de los hallazgos (Botella y Ramos, 2019). No obstante, la calidad del análisis continúa dependiendo de la capacidad analítica y reflexiva del investigador, quien conserva la responsabilidad sobre las conclusiones alcanzadas.

La codificación constituye una de las etapas más exigentes dentro de la investigación cualitativa. Tradicionalmente, este proceso implica revisar cuidadosamente cada unidad de información para identificar categorías, patrones y relaciones conceptuales. Actualmente, los sistemas de inteligencia artificial pueden proponer agrupaciones preliminares a partir del contenido de los textos, facilitando la identificación de tendencias recurrentes sin sustituir el juicio interpretativo humano. Bautista (2022) señala que la construcción de categorías exige una comprensión profunda del contexto y de los significados expresados por los participantes, aspecto que continúa siendo una tarea esencialmente investigativa.

Otra contribución importante de la IA consiste en el análisis simultáneo de múltiples fuentes de información. Un mismo estudio puede integrar entrevistas, documentos institucionales, publicaciones digitales, imágenes y registros audiovisuales que posteriormente son organizados mediante algoritmos capaces de establecer relaciones entre diferentes tipos de evidencia. Esta integración favorece procesos de triangulación más eficientes y amplía la comprensión de los fenómenos analizados desde diversas perspectivas.

La inteligencia artificial también resulta útil para identificar temas emergentes que podrían pasar inadvertidos durante una revisión manual. Mediante técnicas de procesamiento del lenguaje natural es posible reconocer conceptos recurrentes, relaciones semánticas y cambios en los discursos de los participantes. Estas funcionalidades enriquecen el análisis cualitativo al ofrecer nuevas posibilidades de exploración, aunque siempre requieren ser contrastadas con la teoría y con los objetivos específicos de la investigación.

A pesar de estas ventajas, el empleo de inteligencia artificial demanda una utilización responsable. Los algoritmos procesan información a partir de patrones estadísticos, pero no poseen la capacidad de comprender plenamente las dimensiones culturales, emocionales y simbólicas presentes en los relatos humanos. Por esta razón, la interpretación final debe permanecer bajo la conducción del investigador, quien integra la evidencia empírica con el marco teórico y el contexto social del estudio (Bautista, 2022; Morin, 1999)

Tabla 18
Aplicaciones de la inteligencia artificial en investigaciones cualitativas

Etapas del proceso cualitativo	Aplicación de la IA	Beneficio principal
Transcripción	Conversión automática de audio a texto	Reduce tiempos de procesamiento.

Etapas del proceso cualitativo	Aplicación de la IA	Beneficio principal
Organización de datos	Clasificación de documentos y entrevistas	Facilita el manejo de grandes volúmenes de información.
Codificación inicial	Identificación automática de categorías preliminares	Agiliza el análisis exploratorio.
Análisis temático	Detección de patrones y relaciones semánticas	Favorece la identificación de tendencias.
Triangulación	Integración de diferentes fuentes de información	Incrementa la consistencia de los resultados.
Elaboración de informes	Apoyo en la síntesis de hallazgos	Optimiza la presentación de resultados.

Nota. La inteligencia artificial contribuye principalmente a optimizar actividades operativas y de organización de la información, mientras que la interpretación científica continúa siendo responsabilidad del investigador.

El fortalecimiento de la investigación cualitativa mediante inteligencia artificial también favorece la transparencia del proceso analítico. Muchas plataformas registran las decisiones tomadas durante la codificación, almacenan versiones sucesivas de los análisis y permiten documentar las modificaciones realizadas en las categorías. Estas funciones incrementan la trazabilidad del estudio y facilitan la revisión metodológica por parte de otros investigadores.

Desde una perspectiva epistemológica, la incorporación de herramientas inteligentes no altera los fundamentos de la investigación cualitativa, ya que el conocimiento continúa construyéndose mediante procesos de comprensión e interpretación de la realidad social. Como sostienen García et al. (2023), la producción científica exige integrar fundamentos epistemológicos con procedimientos metodológicos rigurosos, condición que también debe mantenerse cuando se emplean tecnologías inteligentes como apoyo al análisis.

El desarrollo futuro de la inteligencia artificial permitirá incorporar sistemas con mayor capacidad para analizar lenguaje natural, emociones, narrativas y relaciones discursivas cada vez más complejas. Sin embargo, la sensibilidad para comprender las experiencias humanas, interpretar los significados culturales y construir explicaciones fundamentadas seguirá dependiendo del criterio científico del investigador. En consecuencia, la IA debe entenderse como una herramienta de apoyo que amplía las posibilidades analíticas de la investigación cualitativa sin sustituir el razonamiento crítico ni la reflexión propia de las ciencias sociales (Zemelman, 2021).

3.11 Aplicaciones de la IA en revisiones sistemáticas y metaanálisis

Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis representan metodologías fundamentales para sintetizar el conocimiento científico disponible sobre un problema de investigación. Su propósito consiste en identificar, seleccionar, evaluar e integrar de manera rigurosa la evidencia proveniente de múltiples estudios, siguiendo protocolos previamente establecidos. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a desempeñar un papel estratégico al optimizar diversas tareas relacionadas con la gestión de la información científica y la organización del proceso de revisión.

Uno de los principales aportes de la IA se observa durante la búsqueda bibliográfica. Los algoritmos inteligentes pueden rastrear simultáneamente miles de publicaciones en diferentes bases de datos, identificar duplicados y sugerir investigaciones relacionadas mediante el análisis de similitudes temáticas. Estas funcionalidades permiten ampliar la cobertura documental y disminuir el tiempo requerido para localizar evidencia relevante. Blanco y Mesa (2022) destacan que la revisión documental constituye un proceso sistemático que exige criterios claros de selección y organización de la información, aspectos que pueden fortalecerse mediante tecnologías inteligentes.

La etapa de selección de estudios también se beneficia del uso de inteligencia artificial. Diversas herramientas permiten clasificar automáticamente los artículos según criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, priorizando aquellos con mayor nivel de pertinencia respecto al objetivo de la revisión. Aunque estas recomendaciones agilizan el proceso de cribado, la decisión definitiva continúa dependiendo de la evaluación crítica realizada por los investigadores responsables del estudio.

Durante la extracción de datos, la inteligencia artificial facilita la identificación automática de variables, tamaños muestrales, resultados estadísticos y características metodológicas presentes en cada publicación. Esta automatización reduce errores asociados a la transcripción manual y favorece la construcción de matrices de evidencia más completas y organizadas. Asimismo, permite uniformar la información obtenida de estudios desarrollados en diferentes contextos y con diseños metodológicos diversos.

En los metaanálisis, la IA puede apoyar la integración de resultados mediante algoritmos que identifican tendencias generales, estiman tamaños del efecto y detectan posibles fuentes de heterogeneidad entre investigaciones. Estas capacidades complementan los procedimientos estadísticos tradicionales y ofrecen una visión más amplia del comportamiento de la evidencia

disponible. Sin embargo, la interpretación de los resultados requiere considerar la calidad metodológica de los estudios incluidos y el contexto en el que fueron desarrollados.

La utilización de inteligencia artificial también fortalece la actualización continua de las revisiones sistemáticas. A medida que se publican nuevos artículos, los sistemas inteligentes pueden identificar investigaciones recientes compatibles con los criterios establecidos e incorporarlas para mantener vigente la síntesis de evidencia. Esta posibilidad resulta especialmente valiosa en áreas científicas caracterizadas por una producción acelerada de conocimiento, donde la información disponible cambia de manera constante (Tapia y Recalde, 2024).

A pesar de sus múltiples ventajas, la inteligencia artificial no sustituye el rigor metodológico que caracteriza a las revisiones sistemáticas y los metaanálisis. La definición del protocolo, la evaluación del riesgo de sesgo, la valoración crítica de la evidencia y la interpretación de los resultados siguen siendo responsabilidades del equipo investigador (Mujica, 2021). En consecuencia, la IA debe entenderse como un recurso que incrementa la eficiencia y la capacidad de análisis, mientras que la validez científica continúa sustentándose en el criterio metodológico, la transparencia y el pensamiento crítico de quienes conducen la investigación (Tamayo et al., 2015).

3.12 Inteligencia artificial para la visualización y comunicación científica

La visualización y la comunicación científica constituyen etapas fundamentales del proceso investigativo, ya que permiten presentar los resultados de manera clara, comprensible y sustentada en evidencia. En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha ampliado las posibilidades para representar información mediante recursos gráficos, diagramas, mapas conceptuales e infografías que facilitan la interpretación de datos complejos. Estas herramientas contribuyen a que los hallazgos científicos sean accesibles tanto para la comunidad académica como para otros sectores de la sociedad.

El análisis de grandes volúmenes de información genera conjuntos de datos cuya interpretación puede resultar difícil mediante tablas convencionales. En este contexto, la IA permite transformar automáticamente datos estadísticos en representaciones visuales que destacan tendencias, relaciones y patrones relevantes. Esta capacidad favorece una comprensión más rápida de los resultados y facilita la identificación de aspectos que podrían pasar inadvertidos durante un análisis exclusivamente numérico (Botella y Ramos, 2019).

Las herramientas inteligentes también apoyan la elaboración de gráficos dinámicos y visualizaciones interactivas que permiten explorar la información desde diferentes perspectivas. En lugar de presentar resultados estáticos, los investigadores pueden organizar los datos mediante paneles, diagramas y representaciones adaptables a distintos niveles de detalle. Estas posibilidades fortalecen la comunicación científica y mejoran la experiencia de quienes consultan los resultados de una investigación.

Además de la representación gráfica, la inteligencia artificial contribuye a sintetizar información compleja en textos explicativos, resúmenes visuales y esquemas conceptuales. Estas funciones resultan especialmente útiles cuando se requiere comunicar resultados a públicos con diferentes niveles de formación, favoreciendo la divulgación del conocimiento sin perder el rigor científico. Como señala Mujica (2021), la alfabetización científica implica desarrollar estrategias que faciliten la comprensión y difusión del conocimiento en la sociedad actual.

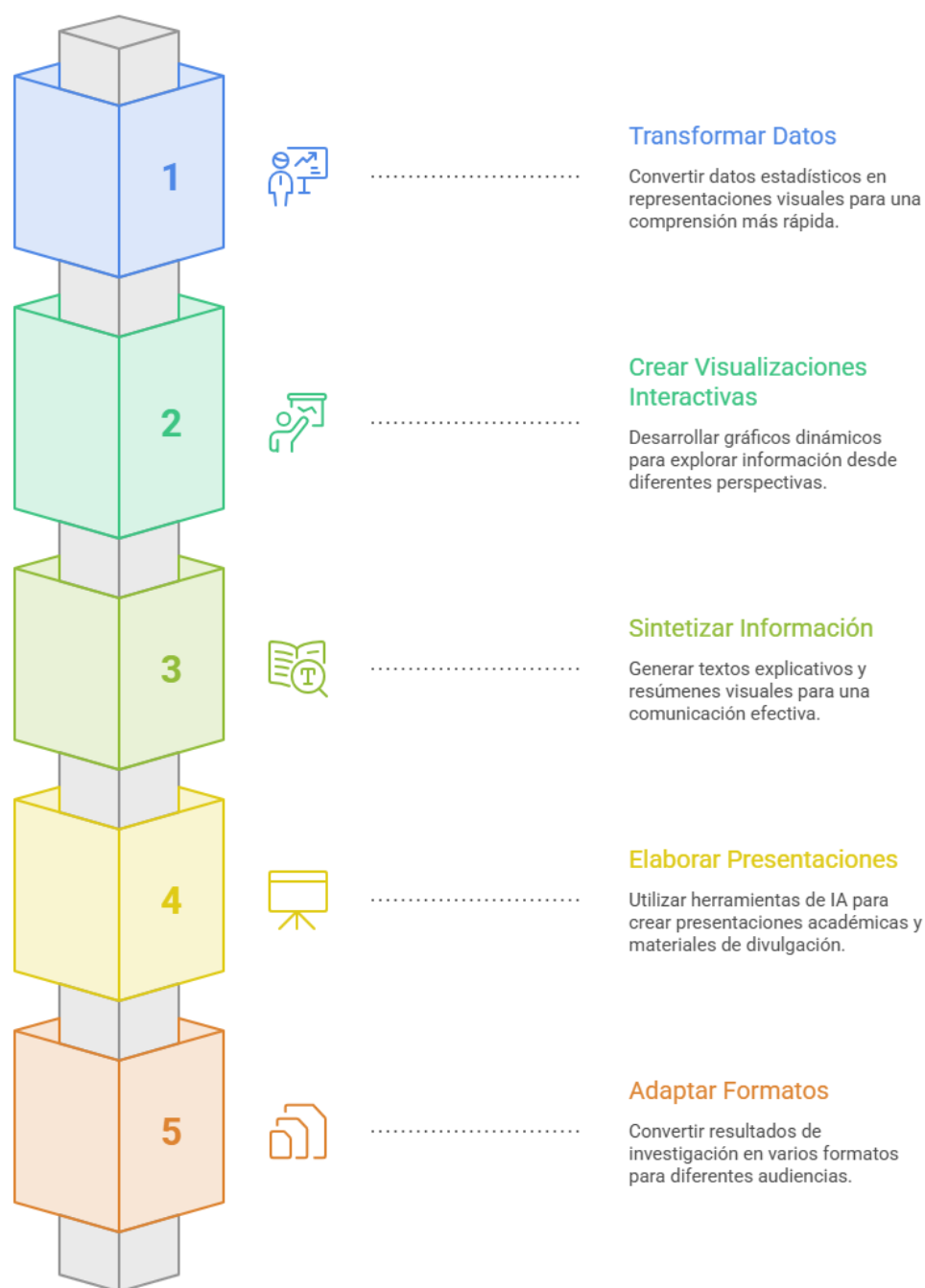
La comunicación científica asistida por inteligencia artificial también favorece la elaboración de presentaciones académicas, informes técnicos y materiales de divulgación. Diversas aplicaciones generan automáticamente propuestas de diseño, organizan la información según criterios de jerarquía visual y recomiendan estructuras que mejoran la claridad del mensaje. De esta manera, el investigador puede concentrarse en el contenido científico mientras las herramientas inteligentes optimizan la presentación de la información.

Otro beneficio importante consiste en la posibilidad de adaptar los resultados a diferentes formatos de difusión. A partir de un mismo estudio pueden elaborarse artículos científicos, resúmenes ejecutivos, pósteres académicos, presentaciones para congresos o materiales destinados a la divulgación pública. La inteligencia artificial facilita esta adaptación conservando la coherencia del contenido y reduciendo el tiempo requerido para preparar cada producto de comunicación.

Sin embargo, la calidad de la comunicación científica no depende únicamente del uso de herramientas tecnológicas. La selección de gráficos, la organización de los resultados y la interpretación de la evidencia continúan siendo responsabilidades del investigador. Una representación visual atractiva carece de valor científico si no refleja fielmente los datos obtenidos o si induce a interpretaciones equivocadas. Por ello, toda visualización debe responder a criterios de precisión, objetividad y transparencia (De la Cruz, 2017).

Desde una perspectiva metodológica, la inteligencia artificial debe considerarse un recurso de apoyo para fortalecer la comprensión de los hallazgos y no un mecanismo que sustituya el análisis científico. La construcción del conocimiento continúa fundamentándose en el pensamiento crítico, la argumentación y la capacidad para relacionar la evidencia con los marcos teóricos existentes. En consecuencia, las herramientas inteligentes potencian la comunicación, pero la validez de las conclusiones sigue dependiendo del rigor con que se desarrolla la investigación (Tamayo et al., 2015).

Figura 19
Mejora la comunicación científica con IA



Nota.

La figura resume cómo la inteligencia artificial fortalece la visualización y la comunicación científica mediante la transformación, síntesis y difusión de la información.

El avance continuo de la inteligencia artificial permitirá desarrollar sistemas capaces de generar visualizaciones más interactivas, personalizadas y adaptadas a distintos contextos de divulgación científica. Estas innovaciones contribuirán a fortalecer el intercambio del conocimiento entre investigadores, instituciones y sociedad, promoviendo una comunicación más eficiente y comprensible. No obstante, el compromiso con la veracidad de la información

y la interpretación responsable de los resultados seguirá siendo el principio que oriente toda comunicación científica de calidad (Jaramillo y Valverde, 2025).

3.13 Casos de éxito de la inteligencia artificial en diferentes disciplinas

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) ha generado importantes avances en numerosas áreas del conocimiento, demostrando que su aplicación trasciende el ámbito tecnológico para convertirse en un recurso estratégico dentro de la investigación científica. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de información, identificar patrones y automatizar tareas complejas ha permitido acelerar la generación de conocimiento y mejorar la calidad de los resultados obtenidos en distintas disciplinas.

En las ciencias de la salud, la IA ha contribuido al análisis de imágenes médicas, la identificación temprana de enfermedades y la evaluación de factores de riesgo mediante modelos predictivos. Estas aplicaciones permiten apoyar la toma de decisiones clínicas y fortalecer la investigación biomédica al analizar cantidades de datos que exceden las capacidades de los métodos convencionales. El uso responsable de estas tecnologías favorece diagnósticos más oportunos y procesos de investigación con mayor nivel de precisión.

Las ciencias sociales también han incorporado herramientas inteligentes para estudiar fenómenos relacionados con el comportamiento humano, las dinámicas sociales y las políticas públicas. La automatización del análisis documental, el procesamiento de discursos y la clasificación de información proveniente de encuestas o entrevistas permiten obtener evidencias más amplias para comprender problemas sociales complejos. En estos escenarios, la IA complementa el análisis científico sin sustituir la interpretación crítica del investigador.

En el campo educativo, la inteligencia artificial ha fortalecido la investigación sobre procesos de aprendizaje, evaluación del desempeño académico y personalización de la enseñanza. Los sistemas inteligentes permiten analizar el progreso de los estudiantes, identificar factores asociados al rendimiento y diseñar estrategias educativas fundamentadas en evidencia. Jaramillo y Valverde (2025) destacan que estas innovaciones representan una oportunidad para transformar los procesos educativos mediante el uso responsable de tecnologías inteligentes.

Las ciencias económicas y administrativas han encontrado en la IA un recurso eficaz para desarrollar modelos predictivos relacionados con mercados, consumo, productividad y gestión organizacional. El análisis automatizado de grandes bases de datos facilita la identificación de tendencias económicas y mejora la capacidad para anticipar escenarios futuros. Estas

aplicaciones fortalecen la toma de decisiones basada en evidencia cuantitativa y reducen la incertidumbre en diferentes contextos empresariales.

En ingeniería y ciencias ambientales, la inteligencia artificial se utiliza para optimizar procesos industriales, monitorear ecosistemas y desarrollar soluciones orientadas al uso eficiente de los recursos naturales. La integración de sensores, algoritmos predictivos y modelos de simulación permite evaluar múltiples variables simultáneamente, generando información útil para diseñar estrategias de prevención, control y sostenibilidad ambiental.

Otra disciplina que ha experimentado importantes beneficios corresponde al ámbito agrícola. La inteligencia artificial facilita el monitoreo de cultivos, la detección de plagas, la estimación del rendimiento y la optimización del uso de agua y fertilizantes mediante sistemas inteligentes capaces de procesar información climática y agronómica en tiempo real. Estas aplicaciones contribuyen a incrementar la productividad y a promover prácticas agrícolas más sostenibles.

Los avances alcanzados en estas disciplinas evidencian que la inteligencia artificial no constituye una solución universal, sino una herramienta que adquiere verdadero valor cuando se integra con fundamentos científicos sólidos y metodologías rigurosas. Como señalan Calligos et al. (2022), la investigación científica continúa siendo una actividad creativa e intelectual que requiere capacidad crítica para transformar la información en conocimiento útil para la sociedad.

Tabla 19
Ejemplos de aplicaciones exitosas de la inteligencia artificial en diferentes disciplinas científicas

Disciplina	Aplicación de la inteligencia artificial	Principal aporte a la investigación
Ciencias de la salud	Diagnóstico asistido por imágenes y modelos predictivos	Mejora la precisión diagnóstica y el análisis clínico.
Ciencias sociales	Procesamiento de entrevistas y análisis documental	Facilita el estudio de fenómenos sociales complejos.
Educación	Evaluación del aprendizaje y analítica educativa	Favorece la personalización y el seguimiento académico.
Economía y administración	Modelos predictivos y análisis de mercados	Optimiza la toma de decisiones organizacionales.
Ingeniería	Automatización y simulación de procesos	Incrementa la eficiencia operativa y el control de sistemas.
Ciencias ambientales	Monitoreo de ecosistemas y análisis climático	Fortalece la gestión sostenible de los recursos naturales.

Disciplina	Aplicación de la inteligencia artificial	Principal aporte a la investigación
Agricultura	Agricultura de precisión y monitoreo de cultivos	Optimiza la producción y el uso de insumos agrícolas.

Nota. La inteligencia artificial presenta aplicaciones exitosas en diversas disciplinas al fortalecer el análisis de datos, optimizar procesos investigativos y apoyar la toma de decisiones basada en evidencia, siempre bajo la supervisión del investigador.

A medida que la inteligencia artificial continúa evolucionando, su impacto interdisciplinario seguirá ampliándose hacia nuevas áreas del conocimiento. El desarrollo de modelos más precisos, transparentes y adaptables permitirá afrontar problemas científicos cada vez más complejos, fortaleciendo la colaboración entre disciplinas y promoviendo investigaciones con mayor alcance e innovación. No obstante, el éxito de estas aplicaciones dependerá de mantener principios éticos, metodológicos y epistemológicos que garanticen la calidad y confiabilidad del conocimiento producido (Morin, 1999).

En consecuencia, los casos de éxito observados en distintas disciplinas demuestran que la inteligencia artificial constituye un instrumento que potencia la capacidad investigativa, acelera la producción de evidencia y facilita el análisis de problemas complejos. Sin embargo, el valor científico de sus aplicaciones continúa sustentándose en la experiencia del investigador, el rigor metodológico y la interpretación crítica de los resultados obtenidos, elementos indispensables para asegurar una producción científica responsable y socialmente relevante.

3.14 Competencias del investigador en la era de la inteligencia artificial

El avance de la inteligencia artificial ha transformado las competencias necesarias para desarrollar investigaciones científicas de calidad. En la actualidad, el investigador no solo requiere dominar los fundamentos metodológicos y epistemológicos de su disciplina, sino también comprender el funcionamiento de las herramientas inteligentes que apoyan la búsqueda, el análisis y la comunicación del conocimiento. Esta combinación de capacidades permite aprovechar las ventajas tecnológicas sin comprometer el rigor que caracteriza a la investigación científica.

Una de las competencias más relevantes corresponde a la alfabetización digital y tecnológica. El investigador debe ser capaz de seleccionar plataformas adecuadas, interpretar los resultados generados por sistemas inteligentes y reconocer las limitaciones de cada herramienta. Estas habilidades permiten utilizar la inteligencia artificial de manera crítica, evitando una dependencia excesiva de los procesos automatizados. Mujica (2021) sostiene que la

alfabetización científica en la era digital implica desarrollar capacidades para gestionar información de manera responsable y fundamentada.

El pensamiento crítico continúa siendo una competencia indispensable frente al crecimiento de las tecnologías inteligentes. Aunque los algoritmos facilitan el procesamiento de información, la evaluación de la calidad de la evidencia, la identificación de inconsistencias y la construcción de argumentos científicos siguen dependiendo del razonamiento humano. En consecuencia, el investigador debe analizar los resultados generados por la inteligencia artificial con criterio científico, contrastándolos con la teoría, la metodología y el contexto del estudio (Tamayo et al., 2015).

Otra competencia fundamental consiste en la capacidad para integrar conocimientos provenientes de diferentes disciplinas. La investigación contemporánea aborda problemas cada vez más complejos que requieren enfoques interdisciplinarios y el uso combinado de diversas herramientas tecnológicas. La inteligencia artificial facilita esta integración al procesar información de múltiples fuentes, pero corresponde al investigador establecer relaciones significativas entre los datos y construir explicaciones científicas coherentes. Esta perspectiva favorece una comprensión más amplia de la realidad investigada (Morin, 1999).

La ética y la responsabilidad científica adquieren una importancia aún mayor en un contexto donde numerosas actividades pueden ser automatizadas. El investigador debe garantizar la transparencia en el uso de herramientas inteligentes, proteger la integridad de los datos, respetar la propiedad intelectual y comunicar de manera clara el alcance de la participación de la inteligencia artificial durante el proceso investigativo. Estas acciones fortalecen la confianza en los resultados y preservan la credibilidad de la producción científica.

Asimismo, resulta imprescindible desarrollar competencias relacionadas con el aprendizaje permanente. La rápida evolución de las tecnologías inteligentes exige una actualización continua para conocer nuevas aplicaciones, metodologías y criterios de evaluación científica. Como señalan García et al. (2023), la producción de conocimiento demanda una formación constante que integre fundamentos epistemológicos, capacidades metodológicas y habilidades orientadas a responder a los cambios del entorno científico y tecnológico.

En este escenario, las competencias del investigador trascienden el dominio de técnicas específicas para incorporar habilidades analíticas, tecnológicas, éticas y comunicativas que favorecen una investigación más eficiente y responsable. La inteligencia artificial amplía las posibilidades para producir conocimiento, pero el verdadero valor científico continúa

dependiendo de la capacidad humana para formular preguntas relevantes, interpretar la evidencia y generar explicaciones sustentadas en principios metodológicos sólidos (Jaramillo y Valverde, 2025).

3.15 Perspectivas futuras de la investigación científica con inteligencia artificial

La investigación científica continuará experimentando profundas transformaciones como consecuencia del desarrollo acelerado de la inteligencia artificial. Los avances en procesamiento de datos, aprendizaje automático y generación de conocimiento permitirán abordar problemas cada vez más complejos con niveles superiores de precisión y eficiencia. En este escenario, la IA se consolidará como un componente estratégico dentro de los procesos investigativos, favoreciendo la integración de información proveniente de múltiples disciplinas y contextos científicos (Bautista, 2022).

Una de las principales perspectivas se relaciona con el incremento de la automatización en las actividades investigativas. La búsqueda bibliográfica, la organización documental, el análisis de grandes bases de datos y la elaboración de informes podrán ejecutarse mediante sistemas inteligentes cada vez más sofisticados. Esta evolución permitirá reducir el tiempo destinado a tareas operativas y fortalecer la dedicación del investigador al análisis crítico, la formulación de nuevas hipótesis y la construcción de explicaciones científicas fundamentadas.

El desarrollo de modelos inteligentes también impulsará investigaciones caracterizadas por una mayor capacidad predictiva. La combinación de algoritmos avanzados con grandes volúmenes de información facilitará la identificación temprana de tendencias, relaciones causales y escenarios futuros en campos tan diversos como la salud, la educación, la economía, la ingeniería y las ciencias ambientales. Estas posibilidades ampliarán el alcance de la investigación aplicada y contribuirán al diseño de soluciones sustentadas en evidencia científica.

Otra tendencia relevante será la consolidación de investigaciones interdisciplinarias apoyadas por inteligencia artificial. Las plataformas inteligentes facilitarán la integración de conocimientos provenientes de distintas áreas del saber, promoviendo enfoques más completos para comprender fenómenos complejos. Como plantea Morin (1999), los desafíos contemporáneos requieren superar la fragmentación del conocimiento y favorecer una visión integrada de la realidad, propósito que puede fortalecerse mediante el uso responsable de tecnologías inteligentes.

La evolución de la inteligencia artificial también favorecerá la expansión de la ciencia abierta y de los procesos colaborativos entre instituciones de diferentes países. El intercambio automatizado de información, la actualización permanente de bases de datos y la disponibilidad de plataformas colaborativas permitirán acelerar la producción científica y facilitar el acceso al conocimiento. Estas dinámicas fortalecerán la cooperación internacional y contribuirán a una mayor democratización de la investigación.

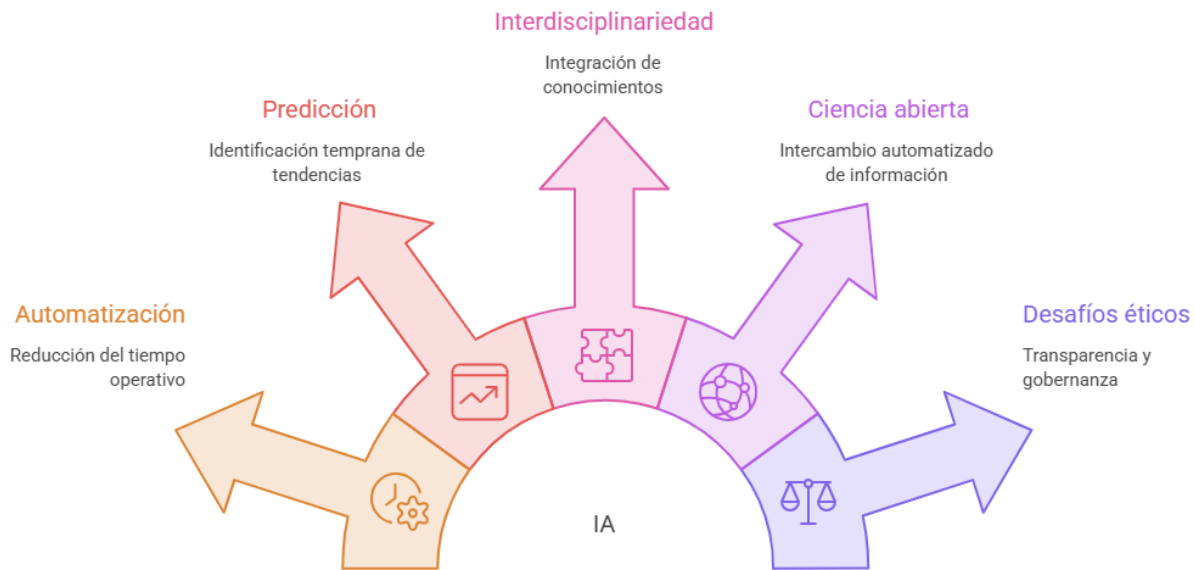
No obstante, el crecimiento de estas tecnologías también implicará nuevos desafíos relacionados con la ética, la transparencia y la gobernanza científica. Será necesario establecer criterios claros para garantizar el uso responsable de los algoritmos, proteger la integridad de los datos y asegurar que los procesos automatizados respeten principios de objetividad, equidad y responsabilidad académica. La confianza en la investigación dependerá no solo de los avances tecnológicos, sino también de la existencia de marcos normativos sólidos que orienten su aplicación.

El futuro de la investigación científica demandará investigadores con competencias cada vez más amplias, capaces de combinar conocimientos metodológicos, habilidades tecnológicas y pensamiento crítico. La formación académica deberá adaptarse a este nuevo contexto incorporando capacidades relacionadas con el análisis de datos, la interpretación de modelos inteligentes y la evaluación crítica de los resultados generados por sistemas automatizados. Jaramillo y Valverde (2025) destacan que el fortalecimiento de estas competencias será indispensable para responder a los retos científicos de las próximas décadas.

Asimismo, la financiación y la organización de la investigación tenderán a orientarse hacia proyectos que integren innovación tecnológica con impacto social. La incorporación de inteligencia artificial favorecerá el desarrollo de investigaciones más eficientes y competitivas, aunque también exigirá fortalecer la cooperación entre universidades, centros de investigación, organismos públicos y sectores productivos. Estas alianzas contribuirán a acelerar la transferencia del conocimiento hacia la solución de problemas reales (Fochler et al., 2025).

Figura 20

La IA transforma la investigación científica



Nota. La figura presenta las principales perspectivas de la inteligencia artificial para fortalecer el desarrollo futuro de la investigación científica.

En síntesis, las perspectivas futuras muestran que la inteligencia artificial continuará ampliando las posibilidades de la investigación científica sin reemplazar el papel central del investigador. La creatividad, el razonamiento crítico, la capacidad para formular preguntas relevantes y el compromiso ético seguirán siendo los pilares que orienten la producción de conocimiento (García et al., 2023). En consecuencia, el futuro de la ciencia dependerá de una integración equilibrada entre el potencial de las tecnologías inteligentes y la experiencia humana para interpretar, validar y aplicar los resultados en beneficio de la sociedad.

Bibliografía

- Acevedo, J. A., García, A., Aragón, M. D., y M., O. J. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista científica*(30), 155-166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Arias, F., y Artigas, W. (2022). Cómo plantear problemas científicos relevantes identificando brechas de investigación. *Mujer Andina*, 1(1), 76-82. <https://doi.org/10.36881/ma.v1i1.644>
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: Vrin.
- Bautista, N. (2022). *Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones*. Editorial El Manual Moderno. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yr2CEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=epistemologia+de+La+investigaci%C3%B3n+b%C3%A1sica&ots=1zM-pYLUJs&sig=VH5QaLnoknbVQ1dYtOpvdDPHxy8#v=onepage&q=epistemologia%20de%20La%20investigaci%C3%B3n%20b%C3%A1sica&f=false>
- Blanco, G., y Mesa, B. (2022). *Revisión documental como alternativa en la práctica docente*. Libro de Actas del 2.º Congreso Caribeño de Investigación Educativa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8498404>
- Bokulich, A. (2011). How scientific models can explain. *Synthese*, 180, 33–45. <https://doi.org/10.1007/s11229-009-9565-1>
- Botella, A. M., y Ramos, P. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles educativos*, 41(163), 128-141. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v41n163/0185-2698-peredu-41-163-127.pdf>
- Bunge, M. (2017). El planteamiento científico. *Revista cubana de salud pública*, 43(3), 1-29. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v43n3/spu16317.pdf>
- Cabrera, S., y Cepeda, J. (2022). La epistemología, guía para el conocimiento científico. *Portal De La Ciencia*, 3(2), 123–133. <https://doi.org/10.51247/pdlc.v3i2.317>
- Callirgos, L. A., Gamarra, P. C., y Cisneros, J. D. (2022). *La investigación científica. Una aventura epistémica, creativa e intelectual*. Religacion Press.

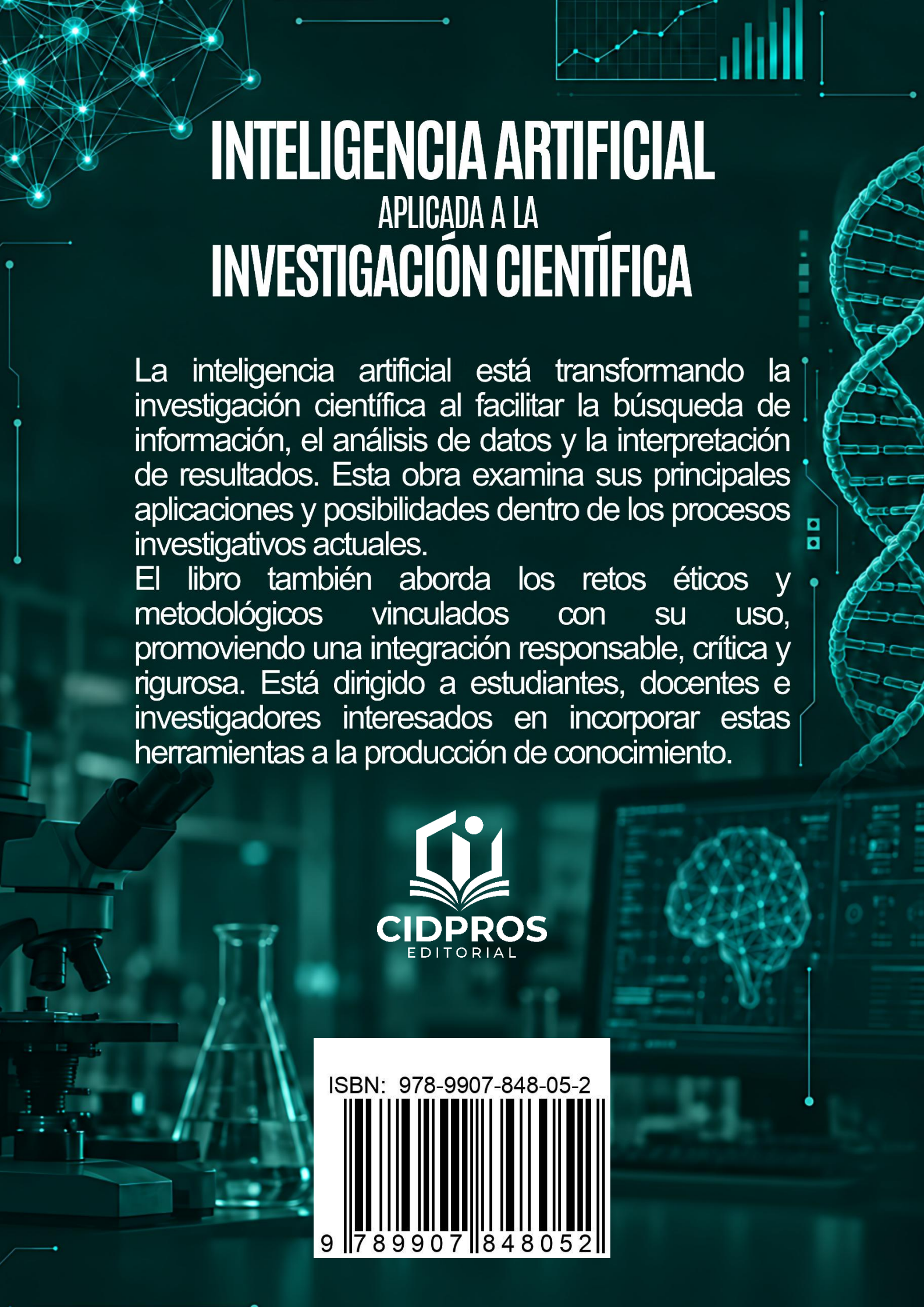
- Calva, D. X., Granda, A. N., y Daquilema, B. A. (2018). La ciencia como medio para alcanzar el conocimiento científico. *Sociedad & Tecnología*, 1(1), 38–48. <https://doi.org/10.51247/st.v1i1.83>
- Cassirer, E. (1953). *The philosophy of symbolic forms: Volume 4: The Metaphysics of symbolic forms*. Yale University Press. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nqPkaQjkkMC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Cassirer+\(1953\)&ots=BnGsY7h4zP&sig=8gLdqyLU4qmmJx1RPrCF_jpvGGE#v=onepage&q=Cassirer%20\(1953\)&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=nqPkaQjkkMC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Cassirer+(1953)&ots=BnGsY7h4zP&sig=8gLdqyLU4qmmJx1RPrCF_jpvGGE#v=onepage&q=Cassirer%20(1953)&f=false)
- Castañeda, F. (1987). La crisis de la epistemología. *Revista Mexicana de Sociología*, 49(1), 13-31. <https://doi.org/10.2307/3540425>
- Castelo, E. M. (2025). Problemas de la investigación tecnológica y su aplicación en la generación de innovación. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(1), 146-160. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n1/166>
- Concari, S. B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação*, 7(1), 85-94. <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v07n01/v07n01a06.pdf>
- De la Cruz, Y. (2017). El rigor científico: una necesidad de las investigaciones en ciencias de la educación. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 3(2), 41-50. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/414>
- Duarte, O., y Velho, L. (2009). La bioprospección como un mecanismo de cooperación internacional para fortalecimiento de capacidades en ciencia y tecnología en Colombia. *Ciência da Informação*, 38(3), 96-110. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652009000300007>
- Duedra, M. J., Tobes, P. G., Montes, M. M., y Galliari, F. (2020). Ciencia básica, ciencia aplicada, extensión y divulgación: de la compartimentalización a la ecología de saberes o transdisciplinariedad. *Trayectorias Universitarias*, 6(11), 1-13. <https://doi.org/10.24215/24690090e038>
- Falcón, A. L., y Serpa, G. R. (2021). Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: significación para la investigación educativa. *Revista Conrado*, 17(S3), 22-31. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/Conrado/article/view/2133>

- Figuerola, I., Pezoa, E., Godoy, M., y Díaz, T. (2020). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(41), 257 - 273. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201941figuerola14>
- Flores, F., y Gallegos, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*(62), 1-10. <https://www.redalyc.org/pdf/132/13206204.pdf>
- Fochler, M., Janger, J., Stampfer, M., Straanig, M., Benner, M., Charos, A., . . . Unterlass, F. (2025). Just following the money? How research funding shapes the governance of university research. *Science and Public Policy*, 1-16. <https://doi.org/10.1093/scipol/scaf056>
- García, J., Carhuas, L., Gonzales, E., y Barrios, C. (2023). Importancia de la Gnoseología y la Epistemología en el proceso de investigación. *Delectus*, 6(2), 77-85. <https://doi.org/10.36996/delectus.v6i2.213>
- Garritz, A. (2004). Investigación básica vs. investigación aplicada ¿una antinomia falsa? *Educación Química* , 186-190. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66175>
- Giordano, P. (2023). El constructivismo operativo de Luhmann y su reflexión sobre el conocimiento científico. *Estudios sociológicos*, 402(120). <https://doi.org/10.24201/es.2022v40n120.2186>
- Hu, X. (2021). Hempel on scientific understanding. *Studies in History and Philosophy of Science*, 88, 164-171. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2021.05.009>
- Humpiri, J., y Humpri, F. d. (2021). Teorías científicas. Las propuestas de Popper y Kuhn sobre investigaciones científicas. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(17), 277-296. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i17.171>
- Jaramillo, S., y Valverde, M. (2025). La inteligencia artificial en la educación básica: innovaciones, desafíos y perspectivas futuras. *Revista Ecos de la Academia*, 11(21). <https://doi.org/10.53358/ecosacademia.v11i21.1218>
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press. <https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Kuhn-SSR-2ndEd.pdf?utm>

- Lakatos, I. (1978). *Science and pseudoscience*. Philosophical papers. <http://www.podstawyekonomii.pl/metodologia/files/lakatos1977.pdf>
- Lopardo, H. Á. (2024). Ciencia básica, ciencia aplicada y técnica. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 58(1). <https://www.redalyc.org/journal/535/53576131002/53576131002.pdf>
- Machamer, P., Darden, L., y Craver, C. (2022). Thinking about Mechanisms. *Philosophy of Science*, 67(1), 1 - 25. <https://doi.org/10.1086/392759>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO. <http://users.df.uba.ar/solari/Docencia/Complejos/morin.pdf>
- Mujica, R. (2021). Alfabetización Científica: Herramienta Indispensable en la Era Digital. *Revista Docentes 2.0*, 11(1), 19-26. <https://doi.org/10.37843/rtd.v11i1.181>
- Obregón, D. (2002). La construcción social del conocimiento: Los casos de Kuhn y de Fleck. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 3(7), 41-58. <https://www.redalyc.org/pdf/414/41400702.pdf>
- Ochichi, P. (2023). An application of Thomas Kuhn's Structure of Scientific Revolutions to the field of social Development: A review of literature. *Journal of Philosophy and Religion (JPR)*, 2(1), 166–176. <https://doi.org/10.51317/jpr.v2i1.414>
- Ochoa, R. (1989). Investigación pura e investigación aplicada. *Revista De Química*, 3(1), 73–81. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/4976>
- Palamidessi, M., Gorostiaga, J., y Suasnábar, C. (2014). El desarrollo de la investigación educativa y sus vinculaciones con el gobierno de la educación en América Latina. *Perfiles educativos*, 36(143), 49-66. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v36n143/v36n143a4.pdf>
- Popper, K. (1963). *Science as falsification. Conjectures and refutations* (Vol. 1). Mayfield Publishing Company.
- Ramón, F. O., y Restrepo, M. J. (2023). Las teorías como estructura: Los paradigmas de Kuhn. *Revista Digital De Investigación Y Postgrado*, 4(8), 99-108. <https://doi.org/10.59654/a0vxg717>

- Sanchez, E. Y., Sánchez, A. G., Molina, E. A., y Vanegas, J. B. (2025). Evolución Epistemológica del Concepto del Sol: de Símbolo Mítico a Paradigma Científico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 8465-8487. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19427
- Santos, B. (2009). *Una epistemología del sur: la reinención del conocimiento*. Siglo XXI Editores, S.A. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NUkIOAId42sC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Santos+2009+conocimiento+universal&ots=mL1grSGn-2&sig=nJJJOHwvTuew2NDeM-oUUMiHu9k#v=onepage&q=Santos%202009%20conocimiento%20universal&f=false>
- Schuff, P., y Hubert, M. (2024). Agendas de investigación y financiación de la ciencia y la tecnología. *Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología Y Sociedad - CTS*, 20(59), 155–177. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-536>
- Tamayo, O. E., Zona, R., y Loaiza, Y. E. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134146842006.pdf>
- Tapia, R., y Recalde, A. (2024). Mejora de gestión documental: revisión sistemática. *Ingenium et Potentia. Revista Electrónica Multidisciplinaria de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura*, 6(11), 16-26. <https://doi.org/10.35381/i.p.v6i11.4076>
- Ugarte, E., y Parra, G. (2021). La importancia del financiamiento sobre la producción científica en México. *Investigación bibliotecológica*, 35(87), 187-202. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2021.87.58330>
- Vélez, C. F., y Ruíz, F. J. (2021). Una revisión sobre metacognición. Algunas implicaciones para los procesos educativos. *Tesis Psicológica*, 16(1), 100-117. <https://doi.org/10.37511/tesis.v16n1a5>
- Zemelman, H. (2021). Pensar Teórico y Pensar Epistémico: los retos de las Ciencias Sociales latinoamericanas. *Espacio Abierto*, 30(3), 234-244. <https://www.redalyc.org/journal/122/12268654011/12268654011.pdf>

Zona, J. R., y Giraldo, J. D. (2017). Resolución de problemas: escenario del pensamiento crítico en la didáctica de las ciencias. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(2), 122–150. <https://doi.org/10.17151/rlee.2017.13.2.8>



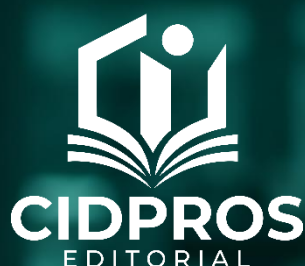
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

APLICADA A LA

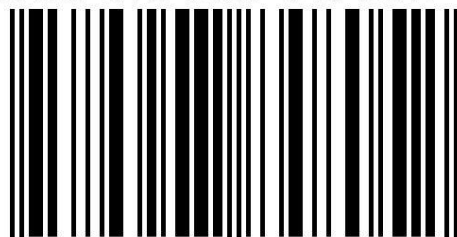
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La inteligencia artificial está transformando la investigación científica al facilitar la búsqueda de información, el análisis de datos y la interpretación de resultados. Esta obra examina sus principales aplicaciones y posibilidades dentro de los procesos investigativos actuales.

El libro también aborda los retos éticos y metodológicos vinculados con su uso, promoviendo una integración responsable, crítica y rigurosa. Está dirigido a estudiantes, docentes e investigadores interesados en incorporar estas herramientas a la producción de conocimiento.



ISBN: 978-9907-848-05-2



9 789907 848052