

EDUCACIÓN CIENTÍFICA 4.0 E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: TRANSFORMANDO LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA EN EL ECOSISTEMA DIGITAL

Scientific education 4.0 and artificial intelligence: transforming scientific communication in the digital ecosystem

Educação científica 4.0 e inteligência artificial: transformando a comunicação científica no ecossistema digital

Dr. C. Alexander Gorina Sánchez ^{1*}, <https://orcid.org/0000-0001-8752-885X>

Dr. C. Rosario del Pilar Gibert-Delgado ², <https://orcid.org/0000-0001-8227-8505>

Dr. C. Ermel Viacheslav Tapia-Sosa ³, <https://orcid.org/0000-0002-8955-2076>

MSc. Taimé Mayet Comerón ⁴, <http://orcid.org/0000-0002-9005-7793>

MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Tellez ⁵, <https://orcid.org/0000-0001-7160-6833>

^{1,4,5} Universidad de Oriente, Cuba.

² Instituto Politécnico Nacional, México

³ Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

*Autor para correspondencia. email gorina@uo.edu.cu

Para citar este artículo: Gorina Sánchez, A., Gibert-Delgado, R. P., Tapia-Sosa, E. V., Mayet Comerón, T. y Ferrer Tellez, L. M. (2025). Educación científica 4.0 e inteligencia artificial: transformando la comunicación científica en el ecosistema digital. *Maestro y Sociedad*, 22(3), 1982-1996. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>

RESUMEN

Introducción: La integración de la Educación Científica 4.0 y la inteligencia artificial (IA) enfrenta desafíos en instituciones con recursos limitados, como la Universidad de Oriente (UO) en Cuba, donde persisten brechas tecnológicas y formativas. El objetivo del artículo es demostrar que la integración de este tipo de educación con la IA en la formación de gestores de ciencia optimiza la comunicación científica, fortalece la ética profesional y contribuye al desarrollo sostenible. Materiales y Métodos: Se empleó un enfoque metodológico mixto que incluyó revisión bibliográfica, diseño de programas de posgrado, talleres participativos con 445 gestores de ciencia y análisis de datos mediante herramientas digitales de acceso abierto. Resultados: Se evidenció que la IA optimiza la comunicación científica al reducir un 33% las similitudes textuales y acelerar en un 40% la producción de artículos. Los gestores mostraron un alto nivel en ética y responsabilidad (promedio 4.15 de 5), aunque persisten desafíos en visualización de datos (promedio 3.45 de 5). Discusión: La implementación requiere infraestructura tecnológica y adaptación curricular, pero democratiza el acceso a herramientas avanzadas y fomenta alfabetización científica. Conclusiones: La integración ética de la Educación 4.0 e IA fortalece la comunicación científica, promueve equidad y alinea acciones con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 y 9, consolidando modelos replicables en contextos globales.

Palabras clave: educación científica 4.0, inteligencia artificial, comunicación de la ciencia, innovación educativa, desarrollo sostenible.

ABSTRACT

Introduction: The integration of Scientific Education 4.0 and artificial intelligence (AI) faces challenges in resource-constrained institutions, such as the University of Oriente (UO) in Cuba, where technological and training gaps persist. The objective of the article is to demonstrate that the integration of this type of education with AI in the training of science managers optimizes scientific communication, strengthens professional ethics, and contributes to sustainable development. Materials and Methods: A mixed-methods approach was employed, including literature review, design of graduate programs, participatory workshops with 445 science managers, and data analysis using open-access digital tools. Results: Findings demonstrated that

AI optimizes scientific communication by reducing textual similarities by 33% and accelerating article production by 40%. Science managers exhibited high levels of ethics and responsibility (mean score: 4.15 out of 5), though challenges remained in data visualization (mean score: 3.45 out of 5). Discussion: Implementation requires technological infrastructure and curricular adaptation, yet it democratizes access to advanced tools and fosters scientific literacy. Conclusions: The ethical integration of Education 4.0 and AI strengthens scientific communication, promotes equity, and aligns with Sustainable Development Goals (SDGs) 4 and 9, offering replicable models for global contexts.

Keywords: scientific education 4.0, artificial intelligence, scientific communication, educational innovation, sustainable development.

RESUMO

Introdução: A integração da Educação Científica 4.0 e da inteligência artificial (IA) enfrenta desafios em instituições com recursos limitados, como a Universidade de Oriente (UO) em Cuba, onde persistem lacunas tecnológicas e formativas. O objetivo do artigo é demonstrar que a integração deste tipo de educação com a Inteligência Artificial na formação de gestores da ciência otimiza a comunicação científica, fortalece a ética profissional e contribui para o desenvolvimento sustentável. Materiais e Métodos: Foi utilizado um enfoque metodológico misto que incluiu revisão bibliográfica, elaboração de programas de pós-graduação, cursos com 445 gestores de ciência e análise de dados por meio de ferramentas digitais de acesso aberto. Resultados: Evidenciou-se que a IA otimiza a comunicação científica ao reduzir em 33% as similaridades textuais e acelerar em 40% a produção de artigos. Os gestores demonstraram alto nível em ética e responsabilidade (média 4,15 de 5), embora persistam desafios na visualização de dados (média 3,45 de 5). Discussão: A implementação requer infraestrutura tecnológica e adaptação curricular, mas democratiza o acesso a ferramentas avançadas e promove alfabetização científica. Conclusões: A integração ética da Educação 4.0 e IA fortalece a comunicação científica, promove equidade e alinha ações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 4 e 9 (Educação de Qualidade, Indústria, Inovação e Infraestrutura), consolidando modelos replicáveis em contextos globais.

Palavras-chave: educação científica 4.0, inteligência artificial, comunicação da ciência, inovação educativa, desenvolvimento sustentável.

Recibido: 15/4/2025 Aprobado: 2/7/2025

INTRODUCCIÓN

La comunicación de la ciencia enfrenta desafíos sin precedentes en un contexto global marcado por la explosión de información, la diversificación de plataformas digitales y la necesidad de accesibilidad equitativa al conocimiento. En este escenario, la Educación Científica 4.0 emerge como un paradigma educativo que integra tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial (IA), para transformar la formación de profesionales capaces de gestionar la ciencia en entornos digitales y físicos (Adiguzel *et al.*, 2023; Gibert, Naranjo, Siza y Gorina, 2024). Sin embargo, instituciones de educación superior, como la Universidad de Oriente (UO) en Cuba, enfrentan dificultades para incorporar estas herramientas de manera efectiva, lo que limita su capacidad para formar gestores competentes en un mundo hiperconectado (Martín *et al.*, 2021).

El contexto de la UO resulta emblemático para analizar estos desafíos. Como institución enfrenta obstáculos específicos, como la falta de infraestructura digital robusta y la capacitación insuficiente de docentes en herramientas de IA. Estos factores agravan la brecha entre las demandas globales de la comunicación de la ciencia y las capacidades locales, situando a la UO como un caso paradigmático de las tensiones entre innovación y recursos limitados en América Latina (Gibert *et al.*, 2023). Este estudio no solo identifica estas barreras, sino que propone soluciones escalables, lo que lo convierte en un referente para instituciones similares en la región.

El problema central radica en la brecha entre las demandas actuales de la sociedad del conocimiento y las metodologías tradicionales de formación académica. Estudios recientes señalan que la falta de adaptación a la Educación 4.0 reduce la eficacia de la comunicación de la ciencia, afectando la transferencia de conocimientos y el impacto en el desarrollo sostenible (Crompton & Burke, 2023). Por ejemplo, la saturación de contenidos en línea y la complejidad de los datos exigen estrategias innovadoras que superen los límites de la comunicación convencional (Kooli, 2023). La IA se presenta como una solución prometedora al automatizar procesos clave, como la redacción de artículos, la gestión bibliográfica y el análisis de impacto científico (Gibert *et al.*, 2023). No obstante, su implementación requiere un enfoque pedagógico estructurado y ético, aun ausente en muchos contextos académicos (O'Dea & O'Dea, 2023).

La relevancia de esta investigación se fundamenta en tres aspectos. Primero, responde a la necesidad urgente de modernizar la formación de gestores de ciencia en América Latina, región donde persisten desigualdades en el acceso a tecnologías educativas avanzadas (Dao *et al.*, 2023). Segundo, aporta un enfoque teórico-práctico para integrar la IA en la Educación 4.0, abordando vacíos identificados en la literatura sobre medición de impacto y ética en el uso de herramientas digitales (Gibert *et al.*, 2024; Udvaros & Forman, 2023). Tercero, alinea sus resultados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente con el ODS 4 (Educación de calidad) y el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), al promover una educación inclusiva y tecnologías accesibles (Martín *et al.*, 2021; Gibert *et al.*, 2024).

Metodológicamente, este trabajo se distingue por integrar enfoques participativos con herramientas cuantitativas. A diferencia de investigaciones previas centradas en entornos tecnológicamente avanzados, aquí se combinan talleres colaborativos con docentes, análisis de datos mediante software accesible y validación iterativa de herramientas de IA. Este enfoque híbrido permite adaptar soluciones tecnológicas a realidades con restricciones, un aporte novedoso que responde a críticas recientes sobre la falta de contextualización en la literatura sobre Educación 4.0 (Dao *et al.*, 2023; Lo, 2023).

Investigaciones previas han explorado el potencial de la IA en entornos educativos, pero suelen limitarse a contextos tecnológicamente avanzados, omitiendo realidades como las de instituciones con recursos limitados (Gibert *et al.*, 2024; Lo, 2023). Este trabajo, en cambio, se centra en un estudio de caso aplicado en la UO, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos para diseñar programas adaptados a las necesidades locales. Además, propone herramientas prácticas, como prompts estructurados para IA y sistemas de evaluación inteligente, validadas con una muestra de 445 profesionales.

El objetivo del artículo es demostrar que la integración de este tipo de educación con la IA en la formación de gestores de ciencia optimiza la comunicación científica, fortalece la ética profesional y contribuye al desarrollo sostenible. Para ello, se analizan estrategias innovadoras implementadas en la UO, cuyos resultados evidencian avances significativos en la profesionalización de gestores de ciencia y la reducción de brechas tecnológicas.

Esta propuesta no solo busca estar alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), sino también democratizar el acceso al conocimiento científico y fomentar una cultura de innovación ética y colaborativa (Martín *et al.*, 2021; O’Dea & O’Dea, 2023; Udvaros & Forman, 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

Desde el punto de vista formativo, el estudio estuvo encaminado a la formación de la competencia «integración de la IA en la comunicación de la ciencia en el ecosistema digital» definida como: capacidad de los gestores de ciencia para utilizar herramientas de IA y tecnologías digitales avanzadas con el fin de optimizar procesos clave en la comunicación científica, como la redacción de artículos, la gestión bibliográfica, la visualización de datos y la interacción con audiencias diversas, al abarcar tanto habilidades técnicas como éticas que permiten a los profesionales adaptarse al entorno digital y contribuir al desarrollo sostenible mediante la difusión y divulgación efectiva del conocimiento científico.

Esta competencia se desglosa en los siguientes indicadores:

- 1. Uso de prompts avanzados para generación de textos científicos:** evalúa la capacidad de los profesionales para estructurar y redactar artículos científicos utilizando prompts específicos y herramientas de IA generativa.
- 2. Gestión eficiente de referencias bibliográficas con IA:** mide la habilidad para utilizar gestores bibliográficos integrados con IA, como Zotero o Mendeley, para organizar, citar y verificar referencias automáticamente.
- 3. Generación de visualizaciones interactivas de datos:** evalúa la capacidad para crear infografías interactivas, mapas conceptuales digitales y gráficos estadísticos avanzados que faciliten la interpretación de datos complejos.
- 4. Optimización de la presencia digital académica:** analiza cómo los profesionales gestionan su perfil digital, incluyendo el uso de redes sociales académicas, repositorios institucionales y plataformas de acceso abierto.
- 5. Ética y responsabilidad en el uso de IA:** evalúa el nivel de conciencia ética al utilizar herramientas de IA, asegurando la originalidad, precisión y transparencia en la comunicación de la ciencia.

6. Capacidad para medir el impacto de la comunicación científica: mide la habilidad para utilizar indicadores bibliométricos y altmétricos para evaluar el alcance y relevancia de las publicaciones científicas.

Una vez definida la competencia para gestores de ciencia en la UO, se diseñaron e implementación programas de posgrado y materiales didácticos innovadores, los cuales integran las herramientas tecnológicas emergentes de la Educación 4.0 y la IA. Estos recursos fueron diseñados para abordar tanto las necesidades teóricas como prácticas de los estudiantes y profesionales involucrados. Se adoptó un diseño mixto (cualitativo-cuantitativo), fundamentado en el enfoque de la Educación 4.0. La metodología se estructuró en cinco fases operativas:

1) Revisión bibliográfica y precisión de los fundamentos teóricos:

- Se analizaron 78 fuentes bibliográficas científicas (2020-2025) indexadas en Scopus, Web of Science y SciELO enfocadas en: a) la comunicación de la ciencia mediante el usos de herramientas y recursos digitales, b) la integración de la IA en educación superior, c) los sistemas de medición de impacto (bibliometría, altmetría). Este análisis permitió identificar vacíos teóricos, como la escasa contextualización de la IA en entornos con limitaciones tecnológicas (Rodríguez *et al.*, 2025; Gibert *et al.*, 2023; Mar *et al.*, 2024; Dao *et al.*, 2023).
- Se definió un marco conceptual integrando los modelos de Ciencia Abierta y Educación 4.0 orientadas al desarrollo sostenible, priorizando accesibilidad y ética en el uso de herramientas digitales (Gibert *et al.*, 2023; Martín *et al.*, 2021; Gibert, Gorina, Alonso y Martín, 2024).

2) Diseño de programas y herramientas educativas:

Se desarrollaron 9 programas de posgrado (cursos, entrenamientos, diplomados, maestrías y cursos), estructurados en módulos teórico-prácticos. Estos incluyeron:

- Gestión de publicaciones científicas con el uso de la IA utilizando una diversidad de chatbots (ChatGPT, Claude, Perplexity, DeepSeek, Qwen, Copilot) para redacción de artículos y generación de referencias.
- Evaluación bibliométrica a partir de indicadores básicos y capacitación en herramientas como Zotero, Turnitin y diferentes sistemas de IA para gestionar bibliografías y reducir similitudes textuales.
- Estructuración y redacción de artículos científicos apoyados en la inteligencia artificial generativa.
- Manual de visualización de información y conocimiento para la comunicación de las ciencias y uso de plataformas de diseño gráfico en línea como son Diagrams.net, Excalidraw y Canva.
- Se crearon un total de 22 materiales didácticos, entre manuales, presentaciones y guías interactivas.

3) Implementación participativa:

- Se organizaron conferencias, cursos, entrenamientos y talleres prácticos con 445 profesionales (gestores de ciencia) de la UO. Se realizaron sesiones de capacitación en IA aplicada a la comunicación de la ciencia y pruebas de herramientas como prompts estructurados para generación de contenidos.
- Se utilizó la plataforma Moodle para impartir algunos cursos híbridos, garantizando accesibilidad en contextos con conectividad intermitente u offline.

4) Recolección, análisis de datos y validación de resultados:

- **Datos cuantitativos:** se midió el impacto mediante la reducción de similitud de textos académicos mediante el software Turnitin, se estimó además el tiempo para la generación de textos científicos con uso de la IA generativa. Se evaluó la competencia integración de la IA en la comunicación de la ciencia en el ecosistema digital a partir de los seis indicadores declarados y de una escala ordinal con cuatro niveles de respuesta (5: excelente, 4: bien, 3: regular, 2: mal) y los tres intervalos de razón siguientes:

a) Competencia avanzada [4, 5]: los profesionales en este nivel demuestran un dominio avanzado de las herramientas de IA y tecnologías digitales. Son capaces de aplicarlas de manera autónoma, ética y eficiente, maximizando el impacto de la comunicación científica. Su trabajo contribuye significativamente al desarrollo sostenible y a la visibilidad global de la ciencia.

b) Competencia básica [3, 4]: los profesionales en este nivel tienen un conocimiento funcional de las herramientas de IA y pueden aplicarlas en contextos específicos, aunque con limitaciones. Requieren supervisión o capacitación adicional para alcanzar niveles avanzados.

c) Competencia deficiente [2, 3]: los profesionales en este nivel presentan dificultades significativas para integrar la IA en su práctica. Carecen de habilidades técnicas necesarias para aprovechar las tecnologías digitales en la comunicación científica. Necesitan capacitación intensiva y acompañamiento para superar estas barreras y alcanzar niveles básicos de competencia.

- **Datos cualitativos:** se registraron observaciones participantes durante las actividades formativas y se realizó la evaluación continua formativa. Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas a 30 gestores para evaluar la usabilidad de las herramientas y las ventajas que les reportaron en su labor académica, las que fueron interpretados mediante el análisis de contenido.
- **Triangulación de la información relevante:** se combinaron las frecuencias que expresan patrones, regularidades y tendencias con los significados atribuidos por los profesores de posgrado y los gestores de ciencia.

5) Principales impactos:

- Se analizaron los principales impactos de la comunicación de la ciencia a partir de la integración de la IA en la educación científica 4.0.

RESULTADOS

Fundamentos teóricos del estudio

El estudio se sustenta en los fundamentos de la comunicación de la ciencia en el ecosistema digital y en las características clave del proceso de integración de la IA en la Educación Científica 4.0. La referida comunicación ha evolucionado significativamente con la llegada de la Web 2.0 y 3.0, marcando un antes y un después en cómo se difunden y comparten los resultados de la investigación (Rodríguez *et al.*, 2025).

La Web 2.0 introdujo una nueva era de interacción y colaboración en línea, permitiendo a los investigadores compartir sus hallazgos de manera más dinámica a través de blogs, redes sociales académicas (como ResearchGate y Academia.edu) y repositorios abiertos (Martín *et al.*, 2021). Por su parte, la Web 3.0, también conocida como la «Web semántica», amplió estas capacidades al integrar tecnologías avanzadas como la IA, facilitando la recuperación y análisis automatizado de grandes volúmenes de información científica (Gibert *et al.*, 2023).

En este nuevo ecosistema, los principales emisores de la comunicación de la ciencia incluyen investigadores, instituciones académicas y revistas científicas digitales. Los canales de comunicación se han diversificado enormemente, abarcando desde plataformas de acceso abierto hasta herramientas de visualización de datos y redes sociales especializadas (Dao *et al.*, 2023). Estos canales no solo permiten la divulgación de resultados, sino también la retroalimentación inmediata por parte de la comunidad científica global.

La comunicación de la ciencia cumple funciones clave como la validación de nuevos conocimientos, la promoción del debate académico y la transferencia de tecnología (Martín *et al.*, 2021). En este contexto, la IA juega un papel crucial al optimizar procesos como la redacción de artículos científicos, la gestión bibliográfica y la identificación de tendencias emergentes en diversas disciplinas (Adiguzel *et al.*, 2023).

Es imprescindible señalar que el modelo de Ciencia Abierta busca democratizar el acceso al conocimiento científico mediante la publicación en acceso abierto y el uso de licencias flexibles. En contraste, el modelo Comercial de la Ciencia prioriza la exclusividad y la monetización de los resultados de investigación (Martín, 2021; Mar *et al.*, 2024). Ambos enfoques coexisten en el ecosistema digital, planteando desafíos éticos y prácticos para los gestores de ciencia (Kooli, 2023).

Por otro lado, la integración de la IA en la Educación Científica 4.0 representa un avance significativo para transformar los procesos de enseñanza, aprendizaje y comunicación científica (Gibert *et al.*, 2023). La IA ofrece una amplia gama de herramientas que pueden ser utilizadas para mejorar la experiencia educativa y la comunicación de la ciencia. Algunas de las aplicaciones más relevantes incluyen:

- **Personalización del aprendizaje:** los sistemas de IA permiten adaptar el contenido educativo a las necesidades individuales de cada estudiante mediante el análisis de datos sobre su progreso y la identificación de áreas de mejora (Crompton & Burke, 2023). Por ejemplo, los chatbots pueden proporcionar retroalimentación personalizada y recursos adicionales para abordar debilidades específicas (O'Dea & O'Dea, 2023).

- **Automatización de tareas administrativas:** la IA puede optimizar tareas repetitivas como la revisión de artículos o de textos científicos en general, además pueden ser útiles para gestionar información en bases de datos académicas, liberando tiempo para que los docentes se enfoquen en estrategias pedagógicas innovadoras (Udvaros & Forman, 2023).
- **Generación de contenido científico:** herramientas como los chatbots avanzados ayudan en la redacción de artículos, creación de resúmenes y traducción de textos, aunque se requiere supervisión para garantizar precisión en referencias bibliográficas y otras informaciones clave (Mar *et al.*, 2024).
- **Análisis de grandes volúmenes de datos:** la IA facilita la identificación de patrones y tendencias en investigación, superando las limitaciones humanas y reduciendo significativamente el tiempo de procesamiento (Rodríguez *et al.*, 2025).

La implementación de la IA en la formación de gestores de ciencia ofrece múltiples beneficios:

- **Mejora de la eficiencia:** reduce el tiempo en gestión de información y mejora la productividad (Dao *et al.*, 2023).
- **Fomento de la creatividad:** al automatizar tareas rutinarias, se priorizan actividades auténticamente innovadoras (Gibert *et al.*, 2023; Gibert, Gorina, Alonso y Martín, 2024).
- **Acceso equitativo a recursos educativos:** democratiza el acceso mediante plataformas digitales abiertas, aunque persisten brechas tecnológicas (Martín *et al.*, 2021).

A pesar de sus beneficios, la integración de la IA plantea desafíos:

- **Supervisión y validación:** es esencial verificar respuestas generadas por IA para evitar errores o sesgos (Kooli, 2023), la falta de pensamiento crítico en los usuarios limita el proceso de verificación.
- **Equidad y accesibilidad:** la falta de acceso a herramientas avanzadas puede profundizar desigualdades (Dao *et al.*, 2023).
- **Privacidad y seguridad:** el manejo de datos requiere protocolos éticos robustos (Adiguzel *et al.*, 2023).

En conclusión, la IA es una herramienta poderosa que está en condiciones de transformar la comunicación científica, pero su implementación debe ser cuidadosa y ética. Los gestores de ciencia deben estar capacitados y crear competencias informacionales para maximizar sus beneficios y minimizar riesgos, alineándose con modelos sostenibles (Gibert *et al.*, 2023; Mar *et al.*, 2024).

Programas de posgrado y herramientas educativas innovadores

Los programas de posgrado desarrollados incluyeron cursos especializados que abordaron temas clave como la comunicación de la ciencia en el ecosistema digital, la gestión de publicaciones científicas utilizando IA, y la medición del impacto académico a través de indicadores bibliométricos, altmétricos y webmétricos (Gibert *et al.*, 2024). A continuación, se describen algunos de los programas más relevantes:

- **Enfoque bibliométrico para la evaluación de la comunicación científica:** este curso de posgrado tiene como objetivo capacitar a los estudiantes en el uso de herramientas bibliométricas y plataformas digitales para evaluar el impacto de sus investigaciones. Se enfatiza la importancia de la visibilidad científica y el posicionamiento en redes académicas como ORCID, Google Académico y ResearchGate. Además, se introducen estrategias para optimizar la redacción y estructuración de artículos científicos con apoyo de IA.
- **Comunicación de la ciencia en el ecosistema digital:** este programa explora los fundamentos de la comunicación científica en el contexto de la Web 2.0 y 3.0. Los estudiantes aprenden a gestionar publicaciones científicas en revistas digitales, utilizar gestores bibliográficos y aplicar técnicas de visualización de información para mejorar la divulgación de resultados. También se aborda el uso de IA para automatizar tareas como la generación de resúmenes, palabras clave y referencias bibliográficas.

Además de los programas de posgrado, se diseñaron materiales didácticos y manuales que complementaron la formación de los gestores de ciencia. Estos recursos incluyen guías prácticas, libros y manuales especializados que abordan temas como la gestión de información científica, la visualización de datos y el uso de IA en la investigación.

El material didáctico: «Comunicación de la Ciencia en el Ecosistema Digital» está diseñado para profesionalizar a los investigadores en la gestión de la comunicación científica, aprovechando las ventajas de la Web 2.0 y 3.0. Incluye numerosos ejemplos prácticos sobre cómo utilizar IA para redactar artículos científicos, generar gráficos interactivos y optimizar la presencia digital de los investigadores.

El libro: *Gestión de Información y Conocimiento en la Investigación Científica*, publicado en 2024 por la editorial IPN (México), ofrece herramientas metodológicas para mejorar la gestión de información durante el proceso de investigación. Se destacan estrategias para recuperar recursos de información, gestionar referencias bibliográficas y aumentar los resultados e impactos de la comunicación de la ciencia, así como la visibilidad, impacto y reputación científica (Gibert *et al.*, 2024).

Los referidos programas y materiales han tenido un impacto significativo en la formación de gestores de ciencia. No solo han mejorado sus habilidades en comunicación científica y gestión de información, sino que también les han proporcionado herramientas prácticas para enfrentar los desafíos del entorno digital. Además, han fomentado una cultura de innovación y colaboración interdisciplinaria, esenciales para el desarrollo sostenible.

Estos avances representan un paso clave hacia la integración de la Educación 4.0 y la IA en la formación de gestores de ciencia, pues no solo abordan las necesidades actuales del ámbito educativo y científico, sino que también preparan a los profesionales para liderar proyectos innovadores en el futuro.

La implementación de la Educación Científica 4.0 respaldada por la IA permitió desarrollar nuevos instrumentos prácticos innovadores que facilitaron la formación de gestores de ciencia e innovación. Estos instrumentos están diseñados para optimizar procesos clave en la comunicación de la ciencia, como la gestión de referencias bibliográficas, la redacción de artículos científicos y la medición del impacto académico.

Implementación participativa

Participaron 445 gestores de ciencia e innovación de la UO en la formación de posgrado (programas de doctorado, maestría, diplomado, cursos, entrenamientos, así como en talleres científicos y conferencias especializadas) con el fin de desarrollar en ellos la integración de la IA en la comunicación de la ciencia en el ecosistema digital.

La implementación en la UO se sustentó en métodos didácticos innovadores, diseñados para adaptarse a este contexto. Se priorizó un enfoque teórico-práctico combinado, estructurado en tres ejes:

- **Talleres colaborativos:** sesiones presenciales y virtuales donde los gestores experimentaron con herramientas de IA mediante ejercicios guiados. Por ejemplo, se simulaban escenarios de redacción científica usando prompts estructurados, seguidos de revisiones grupales para identificar errores y optimizar resultados.
- **Aprendizaje basado en proyectos:** los participantes desarrollaron artículos científicos reales sobre sus temas de investigación, aplicando IA generativa para redactar secciones clave, gestionar referencias y crear visualizaciones pertinentes. Esto fomentó la transferencia inmediata de conocimientos a la actividad de gestión científica.
- **Retroalimentación inteligente:** se integraron diferentes IA generativas para proporcionar sugerencias personalizadas, permitiendo ajustar el ritmo de aprendizaje según las necesidades individuales.

Como buenas prácticas, destacaron:

- **Personalización ética:** los prompts incluyeron directrices para evitar plagio y sesgos, reforzando la responsabilidad en el uso de IA. Por ejemplo, se exigió la verificación manual de referencias generadas automáticamente.
- **Flexibilidad tecnológica:** ante la conectividad intermitente, los materiales se adaptaron a formatos descargables (PDF interactivos) en el Moodle, una carpeta con la bibliografía básica y complementaria de los cursos para trabajar en modo offline, garantizando acceso equitativo.
- **Colaboración interdisciplinaria:** se promovió el intercambio entre gestores de distintas áreas, enriqueciendo la aplicación de IA con perspectivas diversas.

El 30 % de los gestores requirió capacitación adicional a través de consultorías científicas, especialmente investigadores senior con menor familiaridad digital. El 80 % solicitó continuidad en talleres avanzados, así como favorecerse de los resultados de la vigilancia tecnológica aplicada a la comunicación de la ciencia, en especial su integración con la IA. Además, propusieron crear grupos académicos en WhatsApp para compartir recursos, mitigando limitaciones tecnológicas.

En síntesis, la combinación de métodos participativos, adaptación contextual y ética en IA no solo fortaleció competencias técnicas, sino que cultivó una cultura de innovación colaborativa, sentando bases para replicar

la experiencia en instituciones con desafíos similares. A través de la implementación participativa, uno de los avances más significativos fue el diseño y experimentación de prompts avanzados para interactuar con sistemas de IA generativa (como ChatGPT, Claude, Copilot, Perplexity, DeepSeek, Qwen). Estos prompts fueron concebidos para guiar a los usuarios en la creación de textos científicos coherentes, originales y bien estructurados. A continuación, se describen algunos ejemplos de prompts específicos:

Título del artículo

Prompt: «Genera un título preciso, conciso y atractivo en el campo de [definir], destacando las últimas tendencias/innovaciones y resaltando los principales descubrimientos o avances recientes. Asegúrate de que el título refleje con claridad el contenido del artículo y despierte el interés de la audiencia científica.»

Resumen del artículo

Prompt: «Por favor, genera un resumen estructurado del artículo en un máximo de 250 palabras, asegurándote de incluir los siguientes elementos: 1) objetivo del estudio, 2) metodología utilizada, 3) principales hallazgos y 4) conclusiones clave. Utiliza un lenguaje claro, atractivo y directo para maximizar la comprensión del lector.»

Palabras clave del artículo

Prompt: «Por favor, a partir del siguiente resumen [resumen], genera cinco palabras clave que estén contenidas en el Tesoro de la UNESCO (<https://vocabularies.unesco.org/browser/thesaurus/es/>). Verifica que las palabras clave sean pertinentes al tema del artículo y proporciónalas en español e inglés.»

Introducción

Prompt: «Por favor, genera una introducción de aproximadamente dos páginas para el artículo, proporcionando el contexto histórico y actual del tema, citando literatura relevante y justificando la necesidad de la investigación. Aplica la técnica del embudo, comenzando con un panorama amplio del tema y enfocándose progresivamente en el problema específico del estudio. Usa la información del resumen [resumen] como base.»

Metodología

Prompt: «Por favor, redacta la sección de metodología detallando el diseño del estudio, tomando en cuenta población y muestra [definir población y muestra] y el mecanismo de selección utilizado [definir mecanismo], instrumentos de recolección de datos [definir instrumentos de recolección de datos], procedimientos de análisis [definir procedimientos de análisis] y consideraciones éticas. Asegúrate de que la descripción sea clara y suficientemente detallada para que otros investigadores puedan replicar el estudio.»

Resultados

Prompt: «Por favor, genera una tabla con los siguientes datos [datos] y preséntala en un formato estructurado. Además, sugiere un tipo de gráfico adecuado para visualizar la información y explica brevemente la interpretación del gráfico.»

Prompt: «Por favor, genera una tabla comparativa con los resultados clave de los siguientes estudios: [lista de estudios]. Compara variables como metodología, número de participantes, principales hallazgos y conclusiones.»

Prompt: «Por favor, realiza un análisis de contenido de la siguiente transcripción [transcripción.docx] aplicando codificación abierta, categorización de temas y codificación axial. Identifica patrones y presenta los resultados en un informe estructurado.»

Prompt: «Por favor, analiza el discurso del siguiente documento utilizando un enfoque cualitativo. Identifica las principales narrativas, relaciones de poder, ideologías implícitas y el impacto del lenguaje en la construcción del significado.»

Discusión

Prompt: «Por favor, genera la sección de discusión del artículo con base en la información del siguiente documento [artículo.docx]. Compara los resultados obtenidos con los de artículos relacionados disponibles en los siguientes enlaces [link 1 link 2 link 3]. Asegúrate de incluir:

Principios, relaciones y alcance de los resultados.

Excepciones, falta de correlación y existencia de puntos inciertos.

Interpretación de los resultados en comparación con estudios previos.

Implicaciones del trabajo para la disciplina, la ciencia en general y la sociedad.»

Conclusiones

Prompt: «Por favor, redacta la sección de conclusiones del artículo, resumiendo los hallazgos principales y su relevancia en el campo. Explica cómo los resultados contribuyen al conocimiento existente y su posible aplicación práctica. Sugiere futuras líneas de investigación basadas en las limitaciones del estudio.»

Referencias

Prompt: «Por favor, hacer el asentamiento bibliográfico en el estilo de citación APA 7ma edición del artículo que está disponible en el siguiente enlace [link].»

Prompts adicionales

Prompt: «Por favor, parafrasea el siguiente texto aplicando una reformulación extensa para evitar coincidencias con otros textos existentes. Asegúrate de mantener el significado original, pero utilizando nuevas estructuras gramaticales y términos equivalentes para hacer el texto más original y fluido.»

Prompt: «Por favor, revisa y mejora la claridad y coherencia del siguiente texto. Ajusta la redacción para que sea más precisa, concisa y comprensible, evitando ambigüedades y mejorando la cohesión entre ideas.»

Prompt: «Por favor, realiza una revisión por pares del siguiente artículo [articulo.docx]. Evalúa su originalidad, calidad metodológica, claridad en la redacción y relevancia en el campo, proporcionando comentarios detallados y constructivos.»

Estos son una muestra reducida de los prompts utilizados, los más avanzados por una cuestión práctica de espacio no son mostrados en este trabajo. Los mismos no solo simplifican el proceso de redacción, sino que también ayudan a los investigadores a mantener un enfoque claro y organizado durante la elaboración de sus manuscritos. A su vez, se diseñaron visualizaciones de información y conocimiento óptimas para mejorar la comunicación de la ciencia desde distintos objetivos adecuados a los diferentes miembros del sistema usuario de información. Estas herramientas permitieron representar datos complejos de manera visualmente atractiva y fácil de entender, lo que facilitó su interpretación por parte de diferentes audiencias. Algunas de las más destacadas incluyeron:

- **Infografías interactivas:** permitieron presentar grandes volúmenes de datos de manera dinámica y accesible.
- **Mapas conceptuales digitales:** ayudaron a organizar ideas y establecer conexiones entre conceptos clave.
- **Gráficos estadísticos avanzados:** facilitaron la representación de tendencias y patrones en los datos.
- **Flujogramas de procesos:** permitieron representar sintéticamente diversos procesos complejos y extensos.

Para la generación de visualizaciones sobresalió el uso de herramientas digitales:

- **Diagrams.net:** plataforma de acceso abierto con integración de IA para diagramas técnicos, que genera diagramas de flujo y mapas conceptuales mediante prompts textuales y permite su edición manual posterior.
- **Excalidraw:** plataforma que presenta un entorno de dibujo colaborativo con integración de IA, ideal para mapas conceptuales con estilo académico e incluye una biblioteca de iconos científicos.
- **Canva:** plataforma basada en la nube con IA especializada en diseño visual intuitivo, que crea diagramas técnicos y organigramas mediante comandos de voz/texto, ofrece colaboración en tiempo real y exportación en múltiples formatos.
- **ChatGPT:** plataforma de IA basada en lenguaje natural, desarrollada por OpenAI, que genera y mejora contenido científico mediante prompts textuales. Puede generar y editar visualizaciones científicas como diagramas, flujogramas, mapas conceptuales y gráficos, adaptándolos al contenido, objetivo y público. También optimiza con claridad, estructura y estilo visual para facilitar la comprensión y comunicación del conocimiento.

Estas herramientas digitales fueron especialmente útiles para diseñar visualizaciones de calidad profesional para comunicar hallazgos científicos en redes sociales académicas y plataformas digitales, donde la capacidad de captar la atención del público es clave.

El uso de gestores bibliográficos (como Zotero y Mendeley) y su integración con la IA, fue otro avance importante. Estos sistemas permitieron recuperar, organizar, citar y gestionar referencias bibliográficas de manera eficiente. Además, algunos gestores integrados con IA sugirieron fuentes relevantes basadas en el contenido del artículo en desarrollo, lo que aceleró significativamente el proceso de investigación. Un ejemplo destacado fue el uso de IA para generar automáticamente citas en formatos estándar, como APA, MLA o Chicago. Sin embargo, fue importante supervisar estas referencias para evitar errores, como enlaces rotos, citas incorrectas o ficticias.

Finalmente, fueron desarrollados sistemas de evaluación inteligente que utilizan IA para proporcionar retroalimentación inmediata y personalizada. Esto permitió analizar el progreso de los estudiantes, identificar áreas de mejora y ofrecer recomendaciones específicas para optimizar el aprendizaje. Por ejemplo:

- **Análisis automático de ensayos:** evaluaron con claridad, coherencia y originalidad de los textos escritos por los estudiantes.
- **Simulaciones interactivas:** permitieron a los estudiantes practicar habilidades específicas en el análisis de datos y procesamiento de información, utilizando bases de datos reales con autorización para su uso y sin conflictos éticos.
- **Evaluación de secciones de artículos y propuestas de mejora sobre la base de indicadores clave:** posibilitaron a los estudiantes conocer los indicadores clave a tener en cuenta en la redacción y estructuración de artículos científicos y comprobar en qué medida lograron ponerlos en práctica.

Estos sistemas mejoraron la calidad de la enseñanza y fomentaron la autonomía y el autoaprendizaje.

En resumen, los nuevos instrumentos prácticos innovadores desarrollados representaron un paso adelante en la integración de la Educación 4.0 y la IA en la formación de gestores de ciencia. Estos recursos no solo optimizaron procesos clave en la comunicación de la ciencia, sino que también empoderan a los usuarios para aprovechar al máximo las tecnologías emergentes.

Recolección, análisis de datos y validación de resultados

Durante las secciones de entrenamiento de posgrado se observó, a través de la experimentación con el software Turnitin y la reformulación de textos académicos mediante IA, que los textos científicos como promedio mostraron una reducción del 33% de similitud con otros textos existentes. Además, que se redujo en un 40% el tiempo de producción de artículos científicos en relación al tiempo que se necesita para producir un artículo sin la IA generativa.

En el gráfico 1 se presentan los resultados de los seis indicadores de la competencia integración de la IA en la comunicación de la ciencia en el ecosistema digital para los 445 profesionales evaluados. Los promedios de los seis indicadores se calcularon utilizando la escala ordinal de cuatro niveles de respuesta (5, 4, 3, 2).

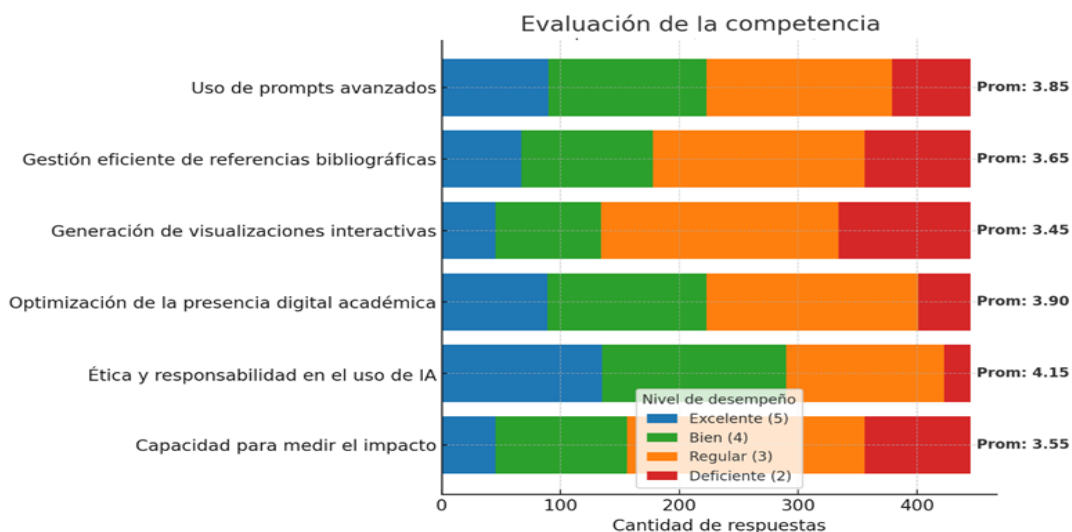


Figura 1. Resultados de la evaluación de los seis indicadores y promedio general por indicador.

En la figura 2 se muestra un resumen estadístico de los tres niveles de competencia para los 445 participantes gestores de ciencia. A cada participante se le determinó el promedio de puntuaciones alcanzadas en cada uno

de los seis indicadores y se clasificó en los intervalos de razón: competencia avanzada [4, 5], competencia básica [3, 4] y competencia deficiente [2, 3].

Comentarios clave de las entrevistas semiestructuradas a gestores e interpretación desde categorías analíticas:

«La IA me permitió redactar artículos en la mitad de tiempo..., pero siempre reviso las referencias generadas automáticamente...»

Categoría: eficiencia y ética en el uso de IA. Este comentario refleja la dualidad entre la optimización de procesos (reducción del 40% en tiempo) y la necesidad de supervisión ética, alineada con el alto promedio en responsabilidad (4.15). Corrobora que la IA es un facilitador, no un sustituto, del juicio crítico.

«Zotero integrado con IA simplificó mi trabajo en la gestión de las citas y referencias bibliográficas..., pero todavía me cuesta mucho crear visualizaciones con ayuda de la IA...»

Categoría: gestión de información y visualización de datos. Destaca la eficacia en gestión bibliográfica (promedio 3.65), pero evidencia brechas en visualización (3.45), vinculadas a la complejidad técnica de herramientas como Excalidraw, especialmente para usuarios con menor alfabetización digital.

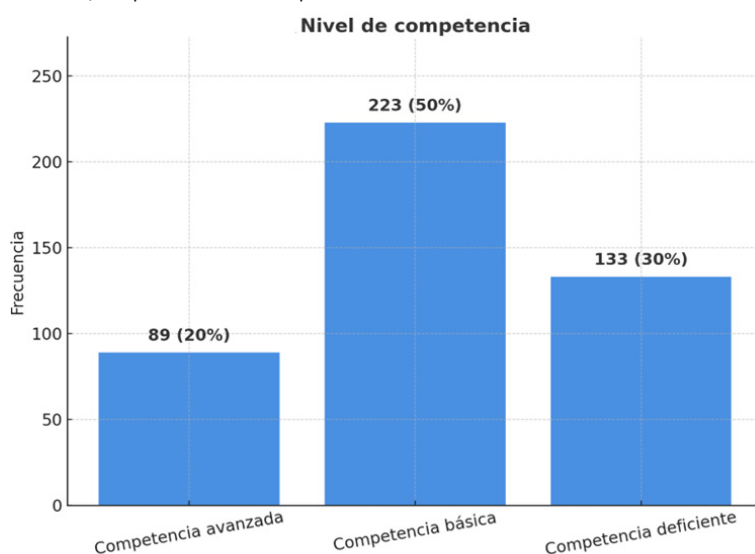


Figura 2. Resumen estadístico de los tres niveles de la competencia alcanzados por los 445 gestores de ciencia de la UO.

«Ahora mi perfil en ResearchGate tiene más visibilidad, lo que me ha permitido conocer a otros investigadores en mi campo de estudio y establecer colaboraciones internacionales...»

Categoría: presencia digital y colaboración global. Relacionado con el indicador de optimización de presencia digital (3.90), este testimonio subraya cómo la gestión estratégica en plataformas académicas impulsa redes internacionales.

«Los talleres prácticos fueron útiles, pero necesito más sesiones prácticas sobre análisis de datos con IA, pues se me hace difícil el procesamiento estadístico de la información, porque soy graduada de humanidades...»

Categoría: adaptación curricular y equidad. Revela la demanda de formación continua, especialmente en habilidades avanzadas, y refuerza la necesidad de programas escalables para reducir brechas tecnológicas (ODS 4).

«Usar IA para parafrasear me ayudó a evitar plagio, pero de todas formas estoy interesada en seguir avanzando en el conocimiento de indicadores pertinentes para establecer la originalidad del contenido de mis investigaciones...»

Categoría: ética y calidad científica. Resalta la conciencia ética (promedio 4.15) y la tensión entre eficiencia y autenticidad, un desafío crítico en la comunicación científica 4.0.

«Trabajar en proyectos interdisciplinarios con otros investigadores enriqueció mi perspectiva científica... pero al inicio fue un reto para mí... Ahora tengo una visión más integradora y holística de la ciencia..., ya puedo encontrar con mayor facilidad aspectos comunes y diferenciadores entre la comunicación de las ciencias sociales y naturales... »

Categoría: colaboración interdisciplinaria. Corrobora que la integración de diversas áreas (ejemplo: ciencias sociales y naturales) fomenta innovación, aunque requiere ajustes metodológicos y mayor flexibilidad pedagógica.

«Los materiales brindados por el profesor fueron claves para mi autopreparación, me permitieron optimizar el tiempo... en mi área académica tenemos conexión a Internet que es intermitente... los problemas de disponibilidad eléctrica nos afectan actualmente y la IA nos ayuda a ser más eficientes en el trabajo científico...»

Categoría: accesibilidad y equidad. Subraya la importancia de adaptar recursos a contextos con infraestructura limitada, principio central del modelo educativo replicable propuesto en el estudio.

«Las alométricas me mostraron el impacto real de mi trabajo en redes sociales académicas... Además, me permitieron superar las métricas que ofrecen los indicadores bibliométricos clásicos y comparar mis resultados con los de otros investigadores de mi mismo campo científico... aunque reconozco que a veces es difícil establecer la comparación...»

Categoría: medición del impacto científico. Refleja una transición desde indicadores tradicionales (ejemplo: índice h) hacia métricas 2.0, aunque el promedio bajo (3.55) sugiere necesidad de mayor capacitación en su interpretación.

«La retroalimentación automática con IA me permitió mejorar mis textos sin depender siempre de un tutor... aprendí nuevos aspectos técnicos de la redacción científica y la generar textos de forma automatizada con ayuda de los chatbots...»

Categoría: autonomía y aprendizaje adaptativo. Ejemplifica cómo la IA empodera a los gestores para autorregular su aprendizaje, fortaleciendo competencias informacionales y reduciendo dependencia de recursos humanos limitados.

Interpretación transversal: los comentarios validan que la formación en IA fortaleció competencias técnicas y éticas, aunque persisten desafíos vinculados a brechas generacionales, infraestructura y complejidad de herramientas avanzadas. La triangulación con datos cuantitativos (ejemplo: 40% de ahorro de tiempo) confirma que el modelo híbrido (teórico-práctico) es efectivo en contextos restrictivos, pero requiere iteraciones continuas para escalar su impacto. Estos hallazgos refuerzan la relevancia de alinear la Educación 4.0 con los ODS, priorizando equidad y adaptación contextual.

Principales impactos

A continuación, se detallan los impactos más relevantes derivados de la iniciativa desarrollada, los cuales reflejan avances en eficiencia, equidad y calidad educativa, así como contribuciones al ecosistema científico global:

- **Potenciación de la comunicación científica en entornos digitales:** amplió el acceso global a la ciencia mediante tecnologías avanzadas, generando contenido especializado y atractivo para diversas audiencias, mejorando la relevancia e impacto de la divulgación.
- **Desarrollo de habilidades críticas y creativas en gestores:** fomentó el pensamiento crítico, la innovación educativa y la toma de decisiones basada en evidencia, promoviendo una cultura de aprendizaje continuo y colaboración interdisciplinaria.
- **Fortalecimiento de la colaboración internacional:** facilitó el intercambio de conocimientos, recursos y experiencias entre investigadores a nivel nacional e internacional, extendiendo redes académicas, proyectos conjuntos y publicaciones académicas.
- **Promoción de la alfabetización científica en la sociedad:** incentivó la divulgación accesible de ciencia, fomentando reflexión crítica y toma de decisiones informadas en el público general.
- **Mejor diseño y gestión de sistemas de información:** optimizó la toma de decisiones científicas mediante herramientas digitales y cuantitativas, mejorando la eficiencia en la gestión de la CTI.
- **Mejora en la formación de gestores de ciencia:** personalizó la enseñanza con IA, enriqueciendo competencias informacionales mediante programas avanzados y materiales didácticos innovadores.
- **Utilización de IA para difusión científica:** automatizó la generación de contenido especializado mediante prompts, liberando tiempo de investigadores para actividades creativas y reduciendo esfuerzos en tareas repetitivas.
- **Avance en formación académica de autores:** contribuyó a la culminación de dos tesis doctorales y dos de maestría en Ciencias de la Educación, consolidando la producción académica de alto nivel.

- **Mejora de visibilidad y reconocimiento internacional:** aumentó la reputación científica mediante publicaciones indexadas, la participación en eventos académicos y colaboraciones internacionales, potenciando el impacto de las investigaciones.
- **Impulso a la investigación y creación de conocimiento:** fomentó la generación de soluciones innovadoras y la difusión de resultados significativos, promoviendo avances científicos y tecnológicos.

DISCUSIÓN

El estudio demuestra que la integración de la Educación Científica 4.0 y la IA en la UO no solo superó barreras tecnológicas y pedagógicas, sino que también estableció un modelo replicable para instituciones de educación superior con características similares. Los resultados cuantitativos, como la reducción del 33% en similitudes textuales (comprobado mediante el software Turnitin) y el 40% de reducción del tiempo en la producción de artículos, evidencian que la IA optimiza procesos clave en la comunicación científica, respaldando hallazgos previos sobre eficiencia en entornos educativos (Crompton & Burke, 2023; Dao *et al.*, 2023). Estos avances se alinean con los ODS 4 y 9, al promover educación de calidad e innovación accesible, incluso en contextos con infraestructura digital limitada.

La evaluación de competencias reveló fortalezas notables, como el alto dominio en ética y responsabilidad en el uso de IA (promedio 4.15), lo que refleja una conciencia sólida entre los gestores, crucial para mitigar riesgos como plagio o sesgos (Kooli, 2023). Sin embargo, el bajo desempeño en generación de visualizaciones interactivas (3.45) sugiere la necesidad de fortalecer la formación en herramientas avanzadas, un desafío común en entornos con brechas tecnológicas (Gibert *et al.*, 2023; Mayet *et al.*, 2022, 2024). Estos resultados subrayan la importancia de diseños pedagógicos que equilibren habilidades técnicas y críticas, tal como propone el marco de Educación 4.0.

El enfoque multidisciplinario, que integró Ciencias de la Información y Ciencias de la Educación, permitió abordar la complejidad de la comunicación de la ciencia en el ecosistema digital. La colaboración interdisciplinaria entre gestores de ciencia de diversas áreas enriqueció la aplicación de IA, fomentando soluciones innovadoras y adaptativas, tal como destacan Adiguzel *et al.* (2023). Además, la implementación de plataformas digitales e híbridas, así como materiales para el uso offline aseguró equidad en el acceso a recursos de información, una estrategia clave para democratizar tecnologías emergentes en América Latina (Martín *et al.*, 2021).

Entre las limitaciones, se destaca la dependencia de recursos financieros para sostener infraestructura tecnológica avanzada, un reto recurrente en instituciones públicas (Dao *et al.*, 2023). Asimismo, la muestra focalizada en la UO limita la generalización de resultados, aunque el diseño metodológico mixto (cualitativo-cuantitativo) y la participación de 445 profesionales aportan validez interna y profundidad al estudio. La brecha generacional observada, donde el 30% de investigadores senior requirió capacitación adicional, resalta la necesidad de programas continuos y adaptados a diversos perfiles alejados de los nativos digitales.

En resumen, este estudio posiciona a la Educación Científica 4.0 como un puente entre innovación y equidad. Futuras investigaciones deberían explorar la sostenibilidad a largo plazo de estos modelos, así como su adaptación a sectores no académicos, ampliando su impacto en el desarrollo sostenible global.

CONCLUSIONES

La experiencia desarrollada en la Universidad de Oriente demuestra que la integración ética y contextualizada de la Educación Científica 4.0 con herramientas de inteligencia artificial (IA) no solo mejora la eficiencia en la comunicación científica, sino que transforma profundamente la forma en que se produce, gestiona y difunde el conocimiento, incluso en contextos con limitaciones tecnológicas.

Los resultados evidencian que la IA potencia la labor de los gestores científicos al reducir significativamente el tiempo de redacción y la similitud textual, lo que permite una producción científica más ágil y original. Sin embargo, este avance tecnológico cobra verdadero sentido cuando se combina con un enfoque pedagógico que promueve la ética, la equidad y la adaptabilidad constante, pilares esenciales para el desarrollo sostenible.

Más allá de la automatización de tareas, la IA se consolida como una aliada estratégica para cultivar habilidades críticas, creativas e interdisciplinarias, fomentando una visión más holística de la ciencia y fortaleciendo el rol de los gestores como actores clave en el ecosistema digital. El alto nivel de compromiso ético evidenciado

por los participantes, así como su creciente protagonismo en redes académicas internacionales, reflejan un cambio cultural que trasciende lo técnico y abraza una nueva forma de ejercer la ciencia con responsabilidad y propósito social.

Asimismo, el diseño e implementación de programas formativos híbridos —adaptados a realidades complejas y apoyados en plataformas accesibles— sentaron las bases para un modelo educativo replicable, capaz de democratizar la innovación y contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente los ODS 4 (educación de calidad) y 9 (industria, innovación e infraestructura).

En definitiva, este estudio reafirma que la verdadera transformación de la comunicación científica no radica únicamente en adoptar tecnologías emergentes, sino en rediseñar las prácticas educativas y científicas bajo principios de justicia cognitiva, colaboración y sostenibilidad. Ese es el horizonte al que apunta la Educación Científica 4.0 apoyada por IA: no una simple evolución técnica, sino una revolución ética e inclusiva del conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adiguzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep429. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13152>

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(22). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>

Dao, L. T., Tran, T., Van Le, H., Nguyen, G. N., & Trinh, T. P. T. (2023). A bibliometric analysis of Research on Education 4.0 during the 2017–2021 period. *Education and Information Technologies*, 28(3), 2437–2453. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11211-4>

Gibert, R. del P., Gorina, A., Reyes, N. C., Tapia, E. V., & Siza, S. F. (2023). Educación 4.0: Enfoque innovador apoyado en la IA para la educación superior. *Universidad Y Sociedad*, 15(6), 60–74. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4122>

Gibert, R. P., Gorina, A., Alonso, I., & Martín, M. E. (2024). *Gestión de información y conocimiento en la investigación científica*. Editorial Instituto Politécnico Nacional.

Gibert, R. P., Naranjo, G. E., Siza, S. F., & Gorina, A. (2024). Enseñanza de la Matemática: tendencias didácticas y tecnológicas desde la Educación 4.0. *Maestro Y Sociedad*, 21(1), 1-12. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/download/6335/6903>

Kooli, C. (2023). Chatbots in education and research: A critical examination of ethical implications and solutions. *Sustainability*, 15(7), 5614. <https://doi.org/10.3390/su15075614>

Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/4/410>

Mar, O., et al. (2024). *La Inteligencia Artificial: desafíos para la educación*. Editorial Internacional Alema. <https://editorialalema.org/libros/index.php/alema/article/download/34/33>

Martín, M. E., Gorina, A., Alonso, I., & Ferrer, L. M. (2021). Formación de la competencia gestión de la comunicación de la ciencia abierta orientada al desarrollo sostenible. *Maestro y Sociedad*, 18(4), 1539–1564. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5435/5122>

Mayet, T., Alonso, I., & Gorina, A. (2022). Visualización de información y conocimiento para comunicar resultados de investigación de las ciencias sociales. *Mendive. Revista de Educación*, 20(3), 772-789. <http://scielo.sld.cu/pdf/men/v20n3/1815-7696-men-20-03-772.pdf>

Mayet, T., Alonso, I., Gorina, A., & Ferrer, L. M. (2024). Método Integrador del Procesamiento, Visualización y Comunicación de Información Social. *Maestro y Sociedad*, 21(1), 160-174. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-48672024000100160&lng=es&nrm=iso&tlng=es

O’Dea, X. C., & O’Dea, M. (2023). Is Artificial Intelligence really the next big thing in learning and teaching in higher education? *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(5). <https://doi.org/10.53761/1.20.5.05>

Rodríguez, Y. S., Chieng, L. Y. D., Gamboa, A. J. P., & Torres, E. R. (2025). Evaluación bibliométrica de la investigación sobre Tecnologías Habilitadoras para la Transformación Digital en Cuba. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 27(1), 313-334. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9915805.pdf>

Udvaros, J., & Forman, N. (2023). Artificial Intelligence and Education 4.0. In *INTED2023 Proceedings* (pp. 6309–6317). IATED. <https://doi.org/10.21125/inted.2023.1670>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Dr.C. Alexander Gorina Sánchez, Dra.C. Rosario del Pilar Gibert-Delgado, Dr.C. Ermel Viacheslav Tapia-Sosa, MSc. Taimé Mayet Comerón, MSc. Lidia de las Mercedes Ferrer Téllez: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.