

DOI: <https://doi.org/10.63862/rhs-86-105-2026>

**Inteligencia artificial en la educación superior para el desarrollo sostenible: Un análisis bibliométrico desde Scopus y VOSviewer (2021–2025)**

**Wilson Eduardo Jaramillo Sangurima**  
Universidad Internacional del Ecuador (UIDE)  
[wjaramillosa@uide.edu.ec](mailto:wjaramillosa@uide.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-4058-5053>  
Quito, Ecuador

**Recibido: 2026-03-26**

**Aceptado: 2026-03-30**

**Publicado: 2026-03-31**

## Resumen

Este artículo analiza la evolución y las características de la producción científica sobre la inteligencia artificial aplicada en la educación superior para el desarrollo sostenible, con el propósito de identificar tendencias, clústeres temáticos y vacíos de conocimiento que orienten nuevas agendas académicas. Se empleó un estudio bibliométrico basado en la base de datos Scopus, utilizando la ruta de búsqueda “inteligencia artificial” AND “higher education” AND “sustainable development” y considerando documentos publicados entre 2021 y 2025; los datos se procesaron mediante las herramientas de análisis de Scopus y el software VOSviewer para elaborar mapas de coocurrencia de términos y redes de autores, países y fuentes. Los resultados muestran un crecimiento sostenido de la producción, concentrada en un conjunto limitado de autores, países y revistas de alta influencia, así como cinco clústeres temáticos principales vinculados a la usabilidad de la IA generativa, la integración de tecnologías de Industria 4.0, el desarrollo de competencias cognitivas y docencia, la percepción estudiantil y el ODS 4, y las tendencias bibliométricas y de gobernanza institucional. El estudio concluye que la IA se ha consolidado como un vector estratégico para la educación superior orientada a los ODS, pero que su adopción se desarrolla en medio de tensiones entre lógicas tecnocéntricas y enfoques pedagógico-críticos, lo que exige marcos de gobernanza, alfabetización en IA y diseño curricular explícitamente alineados con la sostenibilidad, la equidad y la justicia social.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial, educación superior, educación para el desarrollo sostenible, alfabetización digital, tecnologías de la información en la educación.

## **Artificial intelligence in higher education for sustainable development: A bibliometric analysis based on Scopus and VOSviewer (2021–2025)**

### **Abstract**

This article examines the evolution and main features of scientific production on artificial intelligence applied to higher education for sustainable development, aiming to identify trends, thematic clusters, and knowledge gaps that can guide future research agendas. A bibliometric study was conducted using the Scopus database, with the search route “artificial intelligence” AND “higher education” AND “sustainable development” and including documents published between 2021 and 2025; data were processed with Scopus analytical tools and VOSviewer to build keyword co-occurrence maps and networks of authors, countries, and sources. The findings reveal sustained growth in the field, concentrated in a limited set of highly influential authors, countries, and journals, as well as five main thematic clusters related to generative AI usability, Industry 4.0 technologies integration, cognitive competences and teaching, student perceptions and SDG 4, and bibliometric and institutional governance trends. The study concludes that AI has become a strategic vector for SDG-oriented higher education, but that its adoption unfolds amid tensions between technocentric logics and critical pedagogical approaches, which calls for governance frameworks, AI literacy initiatives, and curriculum design explicitly aligned with sustainability, equity, and social justice.

**Keywords:** Artificial intelligence, higher education, education for sustainable development, digital literacy, educational information technology.

---

## Introducción

La acelerada irrupción de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior ha abierto nuevas posibilidades para abordar los desafíos del desarrollo sostenible planteados por la Agenda 2030, particularmente en el cumplimiento del ODS 4 sobre educación de calidad y su articulación con otros objetivos vinculados a energía, equidad y bienestar social (Kazadi Tshikolu et al., 2025; Negm, 2025). En este contexto, la IA se consolida como un habilitador clave para innovar en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la gestión institucional y el diseño de entornos formativos orientados a la sostenibilidad (Ayyash & Salah, 2025; Manapbayeva & Daineko, 2025).

Diversos estudios muestran que la integración de la IA en la educación superior contribuye a la optimización de recursos, la mejora del rendimiento estudiantil y la toma de decisiones informadas, con impactos directos en la gestión energética, la eficiencia de campus sostenibles y la formación de ingenieros comprometidos con los ODS (Kazadi Tshikolu et al., 2025; Ayyash & Salah, 2025). Investigaciones recientes destacan marcos pedagógicos que combinan aprendizaje basado en problemas con herramientas de IA para fortalecer competencias en ingeniería sostenible y conciencia socioambiental en países en desarrollo (Kazadi Tshikolu et al., 2025; Gao, 2025). De igual modo, se ha evidenciado que la adopción de la IA en la gestión universitaria y en los sistemas de apoyo a la docencia se relaciona con capacidades dinámicas institucionales orientadas a la innovación y a la equidad en el acceso a tecnologías emergentes (Negm, 2025; Omarsaib et al., 2025).

En el plano estrictamente educativo, la IA permite diseñar experiencias de aprendizaje personalizadas, tutores inteligentes, sistemas de recomendación y modelos híbridos que potencian la alfabetización algorítmica y el desarrollo de competencias digitales críticas para la sostenibilidad (Niu et al., 2024; Li & Wang, 2025). Estudios bibliométricos recientes sobre IA en educación muestran un crecimiento exponencial en la producción científica, con énfasis en analítica del aprendizaje, sistemas de tutoría inteligente, chatbots educativos y tecnologías inmersivas vinculadas a los ODS (Vinh et al., 2024; Omarsaib et al., 2025). Esta expansión se traduce en nuevas preguntas sobre la ética, la inclusión, la brecha digital y el riesgo de

---

“mcdonalización” de la educación cuando las universidades persiguen estándares de calidad sin revisar críticamente sus fundamentos pedagógicos (Nahil et al., 2025; Iker, 2026).

La literatura también subraya el papel de la IA en el fortalecimiento de la educación abierta, el uso de recursos educativos abiertos y los ecosistemas digitales que articulan innovación, sostenibilidad e inclusión social (McGreal & Hill, 2025; Manapbayeva & Daineko, 2025). En este marco, la IA se vincula tanto con la mejora de la gestión institucional (p. ej., eficiencia energética, toma de decisiones basada en datos) como con la creación de entornos de aprendizaje flexibles, colaborativos y centrados en el estudiante, alineados con los ODS 4, 7, 9, 10 y 11 (Ayyash & Salah, 2025; Negm, 2025).

Desde una perspectiva metodológica, los estudios bibliométricos apoyados en Scopus y en el software libre VOSviewer han demostrado su pertinencia para mapear tendencias, identificar clústeres temáticos y reconocer redes de colaboración científica en educación y sostenibilidad (Jaramillo, 2026). Esta aproximación permite comprender la evolución de los campos de investigación, los autores más influyentes, las fuentes de mayor impacto y las lagunas de conocimiento que orientan nuevas agendas académicas; en este sentido, Scopus se constituye en la principal fuente de información bibliográfica del presente estudio (Elsevier, s. f.). En consecuencia, resulta pertinente aplicar un enfoque bibliométrico a la producción científica sobre IA, educación superior y desarrollo sostenible, tomando a Scopus como base de datos de referencia (Elsevier, 2026).

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar, mediante un estudio bibliométrico, la producción científica indexada en Scopus sobre la “inteligencia artificial aplicada en la educación sobre el desarrollo sostenible” en la educación superior, utilizando VOSviewer para la visualización y el análisis de redes de coocurrencia de palabras clave, autores, países y fuentes (Jaramillo, 2026). La pregunta de investigación que guía este trabajo es: ¿Cuáles son las principales tendencias, clústeres temáticos y vacíos de conocimiento en la producción científica sobre inteligencia artificial aplicada en la educación superior para el desarrollo sostenible, según los documentos indexados en Scopus?

---

## Estado del arte

El estado del arte sobre inteligencia artificial (IA), educación superior y desarrollo sostenible evidencia un campo en rápida expansión, tanto en volumen de publicaciones como en diversidad temática. Estudios bibliométricos recientes muestran un crecimiento acelerado de la producción científica desde 2019, con especial intensificación a partir de 2023, identificando clústeres centrados en IA generativa, ética, integridad académica y políticas educativas en el marco de los ODS (Hong et al., 2025; Omarsaib et al., 2025; Toha, 2025). Desde una perspectiva metodológica, el uso combinado de Scopus y herramientas como VOSviewer se ha consolidado para mapear tendencias, autores, países y journals influyentes en la intersección IA-educación-sostenibilidad (Hong et al., 2025; Tlili et al., 2024).

En el eje de la educación para el desarrollo sostenible, diferentes investigaciones muestran que la IA actúa como catalizador para la calidad educativa, la inclusión y la eficiencia en el uso de recursos, alineándose con los ODS 4, 9, 10, 11 y 16 (Alamäki et al., 2024; Ayyash & Salah, 2025; Negm, 2025; Almukharreq & Sengupta, 2025). La literatura destaca experiencias en las que la IA contribuye a la gestión energética de los campus, la toma de decisiones para la sostenibilidad institucional y la mejora de la equidad en el acceso a oportunidades formativas (Ayyash & Salah, 2025; Almukharreq & Sengupta, 2025; Aburayya, 2024). En contextos de ingeniería y países en desarrollo, se han propuesto marcos pedagógicos que integran aprendizaje basado en problemas e IA para fortalecer competencias técnicas y conciencia socioambiental (Kazadi Tshikolu et al., 2025).

Otro conjunto de trabajos se centra en el desarrollo de competencias digitales, alfabetización en IA y currículos orientados a la sostenibilidad. Se ha documentado que la alfabetización en IA es condición necesaria para que el estudiantado pueda aprovechar el potencial de estas tecnologías en la transición sostenible (Alamäki et al., 2024). Investigaciones sobre transformación digital y educación inclusiva muestran que la IA facilita experiencias personalizadas, mejora la accesibilidad y apoya la educación especial y la inclusión, aunque plantea retos éticos y de brecha digital (Thakur et al., 2025; Schicchi & Taibi, 2024; Tlili et al., 2024). En la misma línea, se reporta un giro hacia modelos curriculares que articulan

---

competencias verdes y digitales, así como el rediseño de la evaluación frente a la IA generativa en clave de ODS 4 (Vovk, 2025; Joseph & Areepattamannil, 2025; Tan, 2025).

La integración de tecnologías emergentes amplía este panorama. Experiencias con metaverso, realidades mixtas y IA generativa muestran su potencial para promover competencias emprendedoras verdes, economías digitales sostenibles y proyectos colaborativos alineados con los ODS (Abdelmagid et al., 2025; Juarez et al., 2025). Paralelamente, revisiones sistemáticas y estudios de mapeo científico proponen marcos conceptuales como el AI-HE-SDGs y el SHE framework, que conceptualizan la IA no solo como herramienta tecnológica, sino como vector estratégico para una educación superior sostenible, ética e inclusiva (Hong et al., 2025; Toha, 2025).

En síntesis, el estado del arte revela: a) una expansión bibliométrica sostenida de la investigación en IA y educación superior vinculada a los ODS; b) una transición desde usos instrumentales hacia enfoques críticos, inclusivos y ecológicos de la IA en la educación; y c) la consolidación de estudios que combinan análisis bibliométrico con marcos teóricos sobre sostenibilidad, ética y justicia social (Hong et al., 2025; Omarsaib et al., 2025; Shi, 2024; Jaramillo, 2026). Sobre esta base se justifica un nuevo análisis bibliométrico apoyado en Scopus y VOSviewer para profundizar en las tendencias, clústeres temáticos y vacíos en torno a la “inteligencia artificial aplicada en la educación sobre el desarrollo sostenible”.

## **Metodología**

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo de tipo bibliométrico, estructurado en dos etapas: una fase heurística o exploratoria y una fase hermenéutica o analítica e interpretativa, orientadas a caracterizar la producción científica sobre inteligencia artificial aplicada en la educación superior para el desarrollo sostenible.

La información se obtuvo de la base de datos Scopus (Elsevier, 2026), seleccionada por su amplia cobertura de literatura científica internacional y su utilidad para estudios bibliométricos en educación y sostenibilidad. La búsqueda se realizó empleando la siguiente ruta en el campo “TITLE-ABS-KEY”: “inteligencia artificial” AND “higher education” AND “sustainable development”, sin restricción inicial de tipo de documento o área temática, con el

---

fin de asegurar el principio de máxima inclusión. Posteriormente, se descargó el resultado en formato CSV, incluyendo metadatos bibliográficos (título, autores, afiliaciones, año de publicación, revista o fuente, país, palabras clave de autor, resumen, citas y tipo de acceso), lo que permitió su análisis sistemático.

Con el fin de garantizar la homogeneidad y calidad de la evidencia, se aplicaron criterios de inclusión que consideraron todos los documentos recuperados mediante la ruta descrita, publicados entre 2021 y 2025, independientemente del tipo de documento (artículo, capítulo de libro, ponencia en congreso, revisión, entre otros), siempre que estuvieran indexados en Scopus. Se excluyeron duplicados y registros incompletos que no contaran con título, resumen o palabras clave suficientes para el análisis de co-ocurrencia.

Con la base de datos depurada, se desarrolló la segunda etapa del estudio, correspondiente al análisis bibliométrico, utilizando las opciones de análisis que ofrece Scopus para identificar la distribución de documentos por año, autores más productivos, revistas y fuentes con mayor número de publicaciones, países y afiliaciones más influyentes, así como las principales áreas temáticas asociadas a la búsqueda. Estos indicadores permitieron caracterizar la estructura general del campo y reconocer los focos geográficos y disciplinares de la investigación reciente sobre inteligencia artificial, educación superior y desarrollo sostenible.

Para el análisis relacional se utilizó el software libre VOSviewer, reconocido por su capacidad para construir y visualizar mapas de redes bibliométricas. A partir del archivo CSV exportado de Scopus, se generó un mapa de co-ocurrencia de términos, examinando los campos de título y resumen, y aplicando el método de conteo completo (full counting), de manera que cada ocurrencia de un término en un documento contribuyera en igual medida a la red.

Con el propósito de asegurar la relevancia semántica de los clústeres, se estableció un umbral de frecuencia mínima de 10 ocurrencias por término. De un universo inicial de 8 347 términos extraídos, 280 cumplieron con el criterio de frecuencia mínima; posteriormente, se seleccionó el 60% de los términos con mayor índice de relevancia (168 términos) para la generación de la red, utilizando la normalización por fuerza de asociación. Antes de la visualización final, se empleó un tesoro para la normalización terminológica, unificando variantes léxicas, singulares y plurales, y sinónimos cercanos, con el fin de evitar la

---

fragmentación artificial de los conceptos y mejorar la interpretabilidad de los clústeres temáticos.

El procedimiento descrito permitió identificar agrupaciones de términos (clústeres) que representan núcleos temáticos en la literatura reciente, así como las relaciones de proximidad entre conceptos asociados a inteligencia artificial, educación superior y desarrollo sostenible, ofreciendo una base robusta para el análisis e interpretación de tendencias y vacíos de investigación.

## **Resultados**

Los resultados bibliométricos muestran una comunidad científica heterogénea, con núcleos de alta influencia y líneas de trabajo claramente delimitadas en torno a la inteligencia artificial en educación superior y desarrollo sostenible.

En el análisis de autores, el mayor impacto por citas lo comparten Abulibdeh, A., Zaidan, E. y Abulibdeh, R., cada uno con 513 citas, derivadas de una colaboración de alto impacto sobre la confluencia entre IA y educación para el desarrollo sostenible. Les siguen Salvador-Ullauri, L. y Ruiz-Rojas, L. I., con 151 citas cada uno, lo que evidencia contribuciones específicas de gran visibilidad. En términos de productividad, la autora más prolífica es Ramírez-Montoya, M. S., con 6 publicaciones, seguida por Miranda, J. (4), Leal Filho, W. (4), Bento, A. C. (4) y Artyukhova, N. (3). El índice de citas por publicación más elevado corresponde nuevamente a Zaidan, E., Abulibdeh, A. y Abulibdeh, R., con 513,0 citas por documento, seguidos por Ruiz-Rojas, L. I. (151,0) y Salvador-Ullauri, L. (151,0), lo que refleja trabajos singulares de extraordinaria relevancia en el campo.

Desde la perspectiva geográfica, los cinco países con mayor volumen de publicaciones son China (35 documentos), India (28), México (26), Reino Unido (26) y Malasia (20), que concentran una parte significativa de la producción mundial en el tema. No obstante, el ranking cambia al analizar el número total de citas: Qatar lidera con 557 citas, seguido de Canadá (519), Arabia Saudita (258), España (245) y el Reino Unido (226). En términos de eficiencia o impacto relativo, medido como citas por publicación, Canadá ocupa el primer lugar con un índice de

---

173,0, seguido de Qatar (139,25), Fiji (68,0), Ecuador (53,0) y Japón (52,0), lo que indica que algunos países, aunque menos productivos, generan contribuciones de alto impacto.

En cuanto a las fuentes, Sustainability (Switzerland) es la revista más productiva, con 29 documentos, seguida de International Journal of Educational Management (10), Communications in Computer and Information Science (8), Lecture Notes in Networks and Systems (8) y Discover Sustainability (6). En visibilidad por citas, Sustainability (Switzerland) lidera con 567 citas, seguida por Journal of Cleaner Production (513), Frontiers in Education (113), International Journal of Learning, Teaching and Educational Research (80) y Cleaner and Responsible Consumption (42). El mayor índice de citas por publicación corresponde al Journal of Cleaner Production, con 513,0 citas por documento, asociado al artículo más influyente del conjunto. En el plano institucional, las afiliaciones más prolíficas son el Institute for the Future of Education (9 publicaciones), la Faculty of Education (8), el Department of Computer Science (7), el Tecnológico de Monterrey (7) y nuevamente el Institute for the Future of Education en otra unidad o registro (6), lo que evidencia la centralidad de estos nodos en la red de producción científica.

La distribución temática muestra el carácter interdisciplinar del campo: predominan las Ciencias Sociales (28,4%), seguidas de Ciencias de la Computación (22,1%), Ingeniería (18,5%), Energía (10,2%) y Ciencias Ambientales (8,3%), que en conjunto concentran la mayoría de las publicaciones. Respecto al tipo de documento, los artículos de investigación representan el 43,71% del total, seguidos por comunicaciones de conferencia (23,51%), capítulos de libro (17,22%), revisiones (5,63%) y revisiones de conferencia (4,97%), lo que refleja un campo en consolidación, con fuerte presencia de estudios empíricos y aportes de síntesis.

El artículo con mayor impacto es “Navigating the confluence of artificial intelligence and education for sustainable development in the era of industry 4.0: Challenges, opportunities, and ethical dimensions”, publicado en 2024 en el Journal of Cleaner Production, volumen 437, que acumula 513 citas y se erige como referencia clave en la discusión sobre IA, educación y desarrollo sostenible. En cuanto a la financiación, los cinco patrocinadores con mayor número de publicaciones asociadas son la National Natural Science Foundation of China, la European Commission, el Ministry of Education of the People’s Republic of China, la National Science



---

e Industria 4.0, integrando IoT, cloud computing y machine learning en sectores industriales y educativos (especialmente STEM), con atención a la gestión sostenible en escenarios post-COVID. El clúster AZUL se focaliza en competencias cognitivas y docencia, examinando cómo las tecnologías de IA (incluida la GenAI) inciden en el pensamiento crítico, el desempeño en tareas, la retroalimentación docente y el interés del personal académico, con énfasis en contextos como Sudáfrica y la ingeniería. El clúster ROJO vincula la percepción estudiantil con el ODS 4, analizando el compromiso, las actitudes e intenciones de adopción de la IA en instituciones de educación superior (HEIs), así como los factores clave para garantizar una educación de calidad y sostenible, con casos frecuentes en Arabia Saudita. Finalmente, el clúster PÚRPURA recoge las tendencias bibliométricas, incluyendo revisiones, análisis de literatura, formación de comunidades académicas y liderazgo institucional en la agenda de investigación sobre IA y educación superior.

## **Discusión**

La discusión de los resultados confirma la rápida consolidación de un campo de investigación en el que la IA se articula con la educación superior y el desarrollo sostenible, en coherencia con las tendencias señaladas en la introducción y el estado del arte. La elevada concentración de citas en el artículo de Abulibdeh, Zaidan y Abulibdeh, así como en los trabajos de Salvador-Ullauri y Ruiz-Rojas, refuerza la idea de que las contribuciones más influyentes son aquellas que abordan de manera explícita la intersección entre IA, educación para el desarrollo sostenible e Industria 4.0, discutiendo tanto su potencial transformador como sus implicaciones éticas. Esto se alinea con los planteamientos de Kazadi Tshikolu et al. (2025) sobre el papel de la IA en modelos pedagógicos orientados a los ODS, y con las reflexiones de Negm (2025) y Ayyash y Salah (2025) respecto a la integración de la IA en la gestión energética y curricular de las universidades.

La estructura de autores y afiliaciones muestra una convergencia entre grupos consolidados de investigación educativa y centros dedicados a la innovación y el futuro de la educación, como el Institute for the Future of Education y el Tecnológico de Monterrey. Esta centralidad institucional dialoga con las propuestas de marcos conceptuales como el AI-HE-SDGs y el SHE framework, que conciben la IA como vector estratégico de una

educación superior ética, inclusiva y sostenible, más allá de su uso instrumental. Asimismo, la productividad de autoras como Ramírez-Montoya y la presencia de revistas como Sustainability (Switzerland) y Journal of Cleaner Production confirman que los debates más relevantes se están produciendo en espacios que articulan innovación pedagógica, política institucional y agenda de sostenibilidad.

En el plano geográfico, la concentración de publicaciones en China, India, México, Reino Unido y Malasia coincide con los patrones de expansión bibliométrica descritos por Hong et al. (2025) y Omarsaib et al. (2025), quienes señalan un crecimiento acelerado de la producción sobre IA en educación superior desde 2019, con énfasis en IA generativa, ética e integración curricular en clave de ODS. Sin embargo, el liderazgo de Qatar y Canadá en términos de citas totales y de índice de citas por publicación introduce un matiz relevante: no solo importa el volumen de producción, sino la capacidad de generar marcos de referencia de alto impacto, como el artículo “Navigating the confluence of artificial intelligence and education for sustainable development in the era of industry 4.0”, que se ha convertido en una pieza clave para comprender las tensiones entre eficiencia tecnológica, ética y sostenibilidad educativa.

La distribución temática confirma el carácter interdisciplinar del campo, con un predominio de las Ciencias Sociales, seguidas de Ciencias de la Computación, Ingeniería, Energía y Ciencias Ambientales. Esto es coherente con los estudios que enfatizan que la IA, aplicada a la educación para el desarrollo sostenible, requiere integrar perspectivas pedagógicas críticas, competencias digitales y enfoques técnicos en torno a IoT, machine learning y cloud computing, tal como señalan Kazadi Tshikolu et al. (2025) y Almkharreq y Sengupta (2025). Al mismo tiempo, la fuerte presencia de artículos y comunicaciones de conferencia evidencia un campo en fase de consolidación, donde conviven contribuciones empíricas emergentes con revisiones y estudios bibliométricos que buscan dar sentido al crecimiento observado, como los de Hong et al. (2025), Tlili et al. (2024) y Jaramillo (2026).

El análisis de clústeres temáticos elaborados con VOSviewer permite vincular los resultados cuantitativos con las líneas teóricas identificadas en el estado del arte. El clúster AMARILLO, centrado en usabilidad, limitaciones, escalabilidad, plataformas y ChatGPT, se relaciona con las preocupaciones sobre ética, accesibilidad y riesgo de “mcdonalización” de la

---

educación señaladas por Nahil et al. (2025), quienes advierten sobre la necesidad de evaluar críticamente las herramientas de IA generativa en contextos educativos. El clúster VERDE, asociado a IoT, machine learning, cloud computing, Industria 4.0 y STEM, refleja la línea de trabajos que plantean a la IA como infraestructura tecnológica para la gestión sostenible y la innovación en sectores educativos e industriales, en consonancia con las experiencias descritas por Abdelmagid et al. (2025), Juárez et al. (2025) y Almukharreq y Sengupta (2025).

Por su parte, el clúster AZUL, que enfatiza la relación entre IA, pensamiento crítico, tareas de aprendizaje, feedback docente e interés del personal académico, enlaza con los estudios sobre alfabetización en IA, competencias digitales y transformación de las prácticas docentes (Alamäki et al., 2024; Thakur et al., 2025). El clúster ROJO, que vincula engagement estudiantil, calidad educativa, ODS 4, actitudes e intenciones de adopción en HEIs, se relaciona con las investigaciones que analizan la adopción de IA en educación superior como un fenómeno socio-técnico complejo, donde interactúan percepciones, políticas institucionales y marcos de calidad, tal como muestran Negm (2025), Ayyash y Salah (2025) y estudios sobre políticas de educación abierta y REA (McGreal & Hill, 2025). Finalmente, el clúster PÚRPURA, centrado en revisiones, tendencias, bibliometría y comunidades académicas, refleja la consolidación de una metarreflexión sobre el campo, en línea con los estudios de Hong et al. (2025), Omarsaib et al. (2025), Tlili et al. (2024) y Jaramillo (2026), que utilizan precisamente Scopus y VOSviewer para mapear el territorio conceptual.

Desde una perspectiva crítica, los resultados permiten identificar al menos tres tensiones teóricas fundamentales. En primer lugar, la tensión entre la IA como catalizador de calidad educativa, inclusión y eficiencia en el uso de recursos, destacada por Alamäki et al. (2024), Ayyash y Salah (2025) y Negm (2025), y el riesgo de que su adopción sin una alfabetización profunda en IA y sostenibilidad refuerce enfoques instrumentales y dependencias tecnológicas, en lugar de transformar las estructuras de desigualdad. En segundo lugar, la tensión entre una visión de la IA centrada en la eficiencia institucional (gestión energética, automatización, analítica de datos), que domina parte de la literatura y de los clústeres VERDE y AMARILLO, y otra visión que la concibe como oportunidad para redefinir la misión formativa de la universidad hacia una educación crítica, inclusiva y ecológica, planteada por marcos como AI-HE-SDGs y SHE, y por experiencias de alfabetización en IA para el desarrollo sostenible.

---

En tercer lugar, la tensión entre narrativas de riesgo —como la posible amenaza de la IA a la sostenibilidad de la educación superior, la integridad académica y el empleo docente— y narrativas de agencia transformadora, que enfatizan el desarrollo de pensamiento crítico, la co-creación curricular y el empoderamiento estudiantil, presentes en trabajos de Kazadi Tshikolu et al. (2025), Tlili et al. (2024) y otras investigaciones reseñadas.

La contribución novedosa de este estudio radica en integrar estas tensiones mediante un análisis bibliométrico focalizado en la expresión “inteligencia artificial aplicada en la educación sobre el desarrollo sostenible”, en el periodo 2021–2025, combinando indicadores de productividad e impacto con el estudio de clústeres de coocurrencia. Esta perspectiva muestra que la discusión sobre IA en educación superior para el desarrollo sostenible no puede reducirse a la adopción de tecnologías concretas, sino que implica decidir qué configuraciones de IA, qué marcos de gobernanza y qué prácticas pedagógicas se alinean realmente con los principios de los ODS y con una visión de justicia social y ambiental. En ese sentido, el mapa obtenido ofrece una base empírica robusta para orientar futuras investigaciones y decisiones de política institucional, subrayando la necesidad de articular marcos críticos de alfabetización en IA, innovación curricular y gestión sostenible en la educación superior.

## **Conclusiones**

Las conclusiones del estudio indican que la producción científica sobre inteligencia artificial aplicada en la educación superior para el desarrollo sostenible ha experimentado un crecimiento significativo y se organiza en torno a núcleos de alta influencia y clústeres temáticos bien definidos. En relación con el objetivo planteado, se identifican tendencias claras en torno a la adopción de IA para la mejora de la calidad educativa, la gestión sostenible de recursos y la formación de competencias digitales y socioambientales, así como vacíos de investigación vinculados a la alfabetización en IA, la equidad y la gobernanza ética de estas tecnologías.

En términos de contribución y significado, el estudio confirma que la IA se ha consolidado como un habilitador estratégico para el cumplimiento del ODS 4 y su articulación con otros objetivos como los ODS 7, 9, 10 y 11, tal como anticipaban los trabajos de Kazadi Tshikolu et al. (2025), Negm (2025) y Ayyash y Salah (2025). La centralidad de autores,

revistas y afiliaciones que operan en la intersección entre innovación pedagógica, política institucional y sostenibilidad respalda las propuestas de marcos como AI-HE-SDGs y SHE, que conciben la IA no solo como herramienta tecnológica, sino como vector de transformación sistémica de la educación superior. Además, el análisis de co-ocurrencia realizado con VOSviewer aporta una visión integrada de los clústeres temáticos (usabilidad de IA generativa, Industria 4.0 y sistemas, competencias cognitivas y docencia, percepción estudiantil y ODS 4, y tendencias bibliométricas), ofreciendo un mapa conceptual que complementa y actualiza el estado del arte.

No obstante, el trabajo presenta limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el uso exclusivo de Scopus como fuente podría dejar fuera aportes relevantes indexados en otras bases, especialmente en contextos regionales o en literatura gris. En segundo lugar, el recorte temporal 2021–2025, aunque pertinente para captar la eclosión de la IA generativa, impide observar la evolución de más largo plazo de algunas líneas de investigación. Finalmente, el análisis se basa en metadatos y co-ocurrencias de términos, por lo que no profundiza en estudios de caso específicos ni en la evaluación cualitativa de los enfoques pedagógicos. Estas limitaciones abren la puerta a futuras investigaciones que combinen métodos bibliométricos y cualitativos, incorporen otras bases de datos y exploren experiencias concretas de diseño curricular, alfabetización en IA y evaluación en clave de ODS.

Pese a estas restricciones, la perspectiva propuesta aporta una contribución novedosa al articular, en un mismo marco de análisis, la dimensión cuantitativa de la producción científica con la interpretación crítica de los principios y tensiones teóricas que atraviesan el campo. El estudio muestra que la discusión sobre IA y educación superior para el desarrollo sostenible no se reduce a la adopción de tecnologías concretas, sino que implica decisiones sobre modelos de universidad, criterios de calidad educativa, justicia social y ambiental, y formas de gobernanza de la IA. En este sentido, los hallazgos invitan a que futuras agendas de investigación y política institucional se orienten no solo a “integrar IA” en la educación superior, sino a definir qué configuraciones de IA, qué marcos regulatorios y qué prácticas pedagógicas contribuyen efectivamente a una educación alineada con los principios de la Agenda 2030.

---

## Referencias bibliográficas

- Abdelmagid, A. S., Jabli, N. M., Al-Mohaya, A. Y., & Teleb, A. A. (2025). Integrating interactive metaverse environments and generative artificial intelligence to promote the green digital economy and e-entrepreneurship in higher education. *Sustainability (Switzerland)*, 17(12). <https://doi.org/10.3390/su17125594>
- Aburayya, A., Salloum, S. A., Shwede, F., Fatin, B., Elbadawi, M. A., & Al Ghurabli, Z. (2024). AI adoption and educational sustainability in higher education in the UAE. *Studies in Big Data*, 144, 201–229. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-52280-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-031-52280-2_14)
- Alamäki A, Nyberg C, Kimberley A and Salonen AO (2024) Artificial intelligence literacy in sustainable development: A learning experiment in higher education. *Front. Educ.* 9.1343406. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1343406>
- Almukharreq, Z., & Sengupta, N. (2025). Artificial intelligence's adoption in higher education institutions to maintain sustainability. *Studies in Big Data*, 169, 545–556. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-80656-8\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-031-80656-8_51)
- Ayyash, M. M., & Salah, O. H. (2025). AI adoption in higher education: Advancing sustainable energy management in palestinian universities. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(2). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100534>
- Elsevier. (2026). *Scopus*. Recuperado de <https://www.scopus.com>
- Gao, Y. (2025). The role of artificial intelligence in enhancing sports education and public health in higher education: innovations in teaching models, evaluation systems, and personalized training. *Frontiers in Public Health*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1554911>
- Hong, T. T. M., Tung, N. T. T., & Thanh, N. T. P. (2025). Mapping artificial intelligence research in higher education toward sustainable development. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02162-0>

- 
- Jaramillo, W. (2026). La pedagogía de la liberación: un estudio bibliométrico de la producción científica sobre Paulo Freire. *Revista Investigo*, 7(18). 1-14. <https://doi.org/10.56519/hvf3h540>
- Joseph, M. M., & Areepattamannil, S. (2025). From policing to design: A qualitative multisite study of generative artificial intelligence and SDG 4 in higher education. *Sustainability (Switzerland)*, 17(22). <https://doi.org/10.3390/su172210381>
- Juarez, A., Rabago, J., Pliego, A., Salazar, G., Hinrichsen, C., Castro, M., & Pachajoa, T. (2025). Innovative methodology for the integration of emerging technologies in global education: Mixed realities, AI, metaverse, and SDGs. 2025 Institute for the Future of Education Conference, IFE 2025. <https://doi.org/10.1109/IFE63672.2025.11024834>
- Kazadi Tshikolu, R., Kule Mukuhi, D., Nzalalemba Kabwangala, T., Ntiaka Muzakwene, J., & Sunda-Meya, A. (2025). AI-Enhanced problem-based learning for sustainable engineering education: The AIPLE framework for developing countries. *Sustainability (Switzerland)*, 17(20). <https://doi.org/10.3390/su17209038>
- Li, Y., & Wang, H. (2025). Research on algorithm thinking in higher education pedagogies based on knowledge engineering. 2025 13th International Conference on Information and Education Technology, ICIET 2025, 7–11. <https://doi.org/10.1109/ICIET66371.2025.11046303>
- Manapbayeva, Z., & Daineko, Y. (2025). Metauniversity as a tool for achieving multiple sustainable development goals. *CEUR Workshop Proceedings*, 4014.
- McGreal, R., & Hill, L. (2025). Open educational resource policy development at a campus of the University of the West Indies. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 26(3), 198–208. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v26i3.8637>
- Nahil, K., Charbel, C., & Angelika, K. (2025). ICAIMT — Factors affecting the adoption of AI agents for sustainable education. *Journal of Information and Knowledge Management*, 24(6). <https://doi.org/10.1142/S021964922550056X>

- 
- Negm, E. (2025). Artificial intelligence (AI) usage in higher education: Technology integration into curriculums to attain UN sustainable development goals. *Journal of Applied Research in Higher Education*. <https://doi.org/10.1108/JARHE-04-2025-0275>
- Niu, W., Zhang, W., Zhang, C., & Chen, X. (2024). The role of artificial intelligence autonomy in higher education: A uses and gratification perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/su16031276>
- Omarsaib, M., Mitha, S. B., Vahed, A., & Mohamed, G. M. (2025). Mapping the AI surge in higher education: A bibliometric study spanning a decade (2015–2025). *Informatics*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/informatics12040137>
- Schicchi, D., & Taibi, D. (2024). AI-driven inclusion: Exploring automatic text simplification and complexity evaluation for enhanced educational accessibility. *Communications in Computer and Information Science*, 2076, 359–371. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-67351-1\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-031-67351-1_24)
- Shi, R., & Wan, X. (2024). A bibliometric analysis of knowledge mapping in Chinese education digitalization research from 2012 to 2022. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03010-8>
- Tan, E. (2025). AI in our common future: AI for sustainability education beyond the Anthropocene. En *Handbook of Artificial Intelligence in Higher Education* (pp. 167–181). <https://doi.org/10.4337/9781035338764.00019>
- Thakur, A., Singla, K., Singla, K., Mishra, K. A., Kaur, P., & Kaur, S. (2025). An interplay among digital transformation, AI adoption and inclusive education. *International Journal of Educational Management*. <https://doi.org/10.1108/IJEM-11-2024-0686>
- Tlili, A., Altinay, F., Huang, R., Bozkurt, A., Burgos, D., Shehata, B., & Wang, H. (2024). Trends of artificial intelligence in special education and their relation to the sustainable development goals. *Lecture Notes in Educational Technology*, 27–45. [https://doi.org/10.1007/978-981-97-8638-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-97-8638-1_3)

- Toha, M. A. (2025). Artificial intelligence, sustainability and higher education: a systematic literature review toward sustainable higher education (SHE) framework. *International Journal of Educational Management*, 1–24. <https://doi.org/10.1108/IJEM-12-2024-0773>
- Vinh, N. T., Phung, T. N., & Cuong, D. D. (2024). A bibliometric and thematic analysis of systematic reviews of artificial intelligence in education. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 848, 337–351. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-50818-9\\_37](https://doi.org/10.1007/978-3-031-50818-9_37)
- Vovk, A. (2025). Integration of green and digital competences in the study programmes of University of Maribor, Slovenia. *Education, Future Jobs and Smart Systems in the Age of Artificial Intelligence*, 157–171. <https://doi.org/10.1108/978-1-83708-432-620251010>

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:** No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:** N/A

**Nota editorial:** El artículo no es producto de una publicación anterior.