

Inteligencia artificial y educación ambiental: oportunidades, desafíos y nuevas formas de aprender en el siglo XXI

Artificial Intelligence and Environmental Education: Opportunities, Challenges, and New Ways of Learning in the 21st Century

Jose Mena Pereira¹

DOI: 10.22458/rb.v37i1.6666

Recibido – Received: 06/ 11/ 2025 / Corregido – Revised: 02/ 03/ 2026/ Aceptado – Accepted: 08/ 04/ 2026

RESUMEN

La crisis ambiental global plantea uno de los mayores desafíos contemporáneos para la humanidad y requiere de transformaciones profundas en los sistemas educativos. Paralelamente, la inteligencia artificial (IA) se posiciona como una de las tecnologías más influyentes del siglo XXI, con potencial para reconfigurar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este ensayo divulgativo analiza la relación entre la educación ambiental y la IA, y destaca sus oportunidades, riesgos y perspectivas. Se concluye que, si se aplica con ética y enfoque sostenible, la IA puede fortalecer la formación ambiental al mejorar el acceso a la información, la personalización del aprendizaje, la simulación de fenómenos ambientales y la toma de decisiones basada en datos. No obstante, se advierte sobre la necesidad de considerar su impacto ecológico, sus implicaciones éticas y la equidad tecnológica para garantizar una educación verdaderamente sostenible.

Palabras clave: personalización del aprendizaje; huella de carbono; ética; aprendizaje basado en proyectos; equidad tecnológica.

ABSTRACT

The global environmental crisis poses one of the greatest contemporary challenges for humanity and requires profound transformations in educational systems. At the same time, artificial intelligence (AI) stands out as one of the most influential technologies of the 21st century, with the potential to reshape teaching and learning processes. This essay analyzes the relationship between environmental education and AI, highlighting the opportunities, risks, and perspectives. It concludes that, if applied ethically and with a sustainability-oriented approach, AI can strengthen environmental education by improving access to information, personalizing learning, simulating environmental phenomena, and supporting data-driven decision-making. Nevertheless, it warns of the need to consider its ecological impact, ethical implications, and technological equity so as to ensure truly sustainable education.

Keywords: personalized learning; carbon footprint; ethics; project-based learning; technological equity.

¹ Universidad de Costa Rica. Escuela de Estudios Generales. Sección Física- Matemática. San José, Costa Rica.
jose.menapereira@ucr.ac.cr

ID: <https://orcid.org/0000-0002-0688-9467>

Introducción

La educación ambiental constituye una herramienta esencial para promover la comprensión de los problemas ecológicos y la adopción de prácticas sostenibles. En paralelo, la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a revolucionar la educación a través de la automatización, la personalización del aprendizaje y el análisis de grandes volúmenes de datos (Guerrero Ramos et al., 2025).

Ambos campos, aunque diferentes, comparten un objetivo común: transformar el modo en que los seres humanos interactúan con su entorno. Mientras este campo educativo busca una relación armónica con la naturaleza, la IA impulsa una nueva forma de comprender, modelar y actuar sobre el mundo. La convergencia entre ambas puede generar innovaciones significativas para enfrentar los desafíos ambientales y educativos del siglo XXI.

Fundamentos de la educación ambiental

Esta disciplina se define como un proceso permanente que busca desarrollar en los individuos y comunidades una conciencia crítica y una actitud responsable hacia el ambiente (UNESCO, 1977, p. 26). Este proceso incluye la adquisición de conocimientos ecológicos, valores éticos y competencias para la acción sostenible (Vitola-Quintero et al., 2024, p. 73).

En el contexto actual, la formación ambiental no se limita al conocimiento científico, sino que incorpora dimensiones sociales, culturales y tecnológicas. Su meta no es únicamente informar, sino transformar comportamientos, actitudes y políticas hacia un modelo de desarrollo sostenible.

Los fundamentos de esta disciplina se sustentan en los objetivos establecidos en el Seminario Internacional de Educación Ambiental de Belgrado de 1975, los cuales contemplan:

- **Conciencia:** ayudar a las personas y a los grupos sociales a que adquieran mayor sensibilidad y conciencia del ambiente en general y de los problemas conexos.
- **Conocimientos:** ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir una comprensión básica del ambiente en su totalidad, de los problemas conexos y de la presencia y función de la humanidad en él, lo que entraña una responsabilidad crítica.
- **Actitudes:** ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir valores sociales y un profundo interés por el ambiente que los impulse a participar activamente en su protección y mejoramiento.
- **Aptitudes:** ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir las aptitudes necesarias para resolver los problemas ambientales.
- **Capacidad de evaluación:** ayudar a las personas y a los grupos sociales a evaluar las medidas y los programas de educación ambiental en función de los factores ecológicos, políticos, económicos, sociales, estéticos y educacionales.
- **Participación:** ayudar a las personas y a los grupos sociales a que desarrollen su sentido de responsabilidad y a que tomen conciencia de la urgente necesidad de prestar atención a los problemas del ambiente, para asegurar que se adopten medidas adecuadas al respecto. (Martínez Huerta, s. f.)

Una vez mostrados los fundamentos de la educación ambiental, se puede puntualizar en la IA y su impacto en el área de la educación.

Inteligencia artificial (IA) y su impacto en la educación

La IA se entiende como la capacidad de los sistemas computacionales para ejecutar tareas que requieren inteligencia humana, como el razonamiento, la resolución de problemas o el aprendizaje autónomo (Caldas Ayala, 2025, p. 142).

En el ámbito educativo, su aplicación se ha expandido rápidamente gracias a herramientas de análisis predictivo, tutores inteligentes y sistemas adaptativos que personalizan los procesos de aprendizaje. Según García Campos (2024, p.3), la IA educativa ha evolucionado desde modelos centrados en la personalización individual hasta enfoques colectivos que favorecen el aprendizaje colaborativo y la creatividad, según los parámetros que se le faciliten a la IA.

Sin embargo, también plantea retos éticos vinculados con la privacidad de los datos y la deshumanización de la enseñanza. La versatilidad e innovación que surge de la aplicación de la IA a contextos educativos diversifica el ámbito que puede alcanzar; uno de estos ámbitos que se verá expuesto a su uso adecuado es la formación ambiental. De ahí surge la interrogante: ¿cómo convergen la IA y la educación ambiental?

Convergencias entre la educación ambiental y la inteligencia artificial

La intersección entre IA y este campo educativo abre nuevas posibilidades de innovación pedagógica, científica y ciudadana. Entre las más relevantes, se destacan el análisis de datos ambientales en tiempo real, la simulación de escenarios ecológicos, la personalización del aprendizaje ambiental y la creación de conciencia ecológica mediante tecnologías interactivas. Leal Filho et al. (2025) señalan:

Los resultados del análisis de estudios de caso evidencian el papel significativo de la inteligencia artificial en la educación para el desarrollo sostenible, se destaca que el aprendizaje automático permite generar soluciones rápidas y precisas para evaluar el comportamiento y el rendimiento estudiantil, además de poseer el potencial de transformar los paradigmas educativos en la atención de problemáticas sociales y ambientales. (p. 14, traducción propia)

Por tanto, la IA puede reducir el tiempo dedicado al diseño de proyectos en este campo, facilitando su estructuración y planificación, a la vez que las personas responsables se ven estimuladas a desarrollar destrezas para comprender, ajustar y reestructurar los productos generados. Sin embargo, esta convergencia genera nuevos riesgos y desafíos éticos en relación con este campo educativo.

Riesgos y desafíos éticos

Si bien las posibilidades de la IA son amplias, su incorporación a la educación ambiental no está exenta de riesgos. Entre ellos, se destaca su huella ecológica. Para Ramírez Chávez y Litardo Caicedo (2025, p. 49), la IA involucra el

uso de computadores y centros de datos que generan una considerable huella de carbono.

Algunos impactos ambientales asociados a la utilización de la IA en procesos involucrados con la formación ambiental son el elevado consumo energético y las emisiones de carbono. Para Falk et al., (2025) “[...] el entrenamiento de GPT-4 muestra que la fase de uso domina 10 categorías, contribuyendo con 96 % al cambio climático y al agotamiento de los combustibles fósiles [...]”, (p. 1, traducción propia). Como se evidencia, se trata de una tecnología que consume energía y tiene gran impacto ambiental.

En relación con la huella hídrica y el estrés hidrológico, Falk et al. (2025) mencionan al respecto que “[...] la fase de uso contribuye con el 85,8 % del consumo de agua [...]” (p. 11, traducción propia). Es un porcentaje muy alto de consumo de agua asociado con la generación de productos y servicios útiles basados en inteligencia artificial.

Otro aspecto importante es el relacionado con los residuos electrónicos generados por el desarrollo de esta tecnología, los cuales no se reutilizan o desechan adecuadamente. Se menciona la probabilidad de que los impactos ambientales estén subestimados, puesto que las bases de datos actuales de análisis de ciclo de vida (ACV) no consideran las prácticas ilegales e informales en la disposición de estos residuos (Falk et al., 2025, p. 9).

Sobre el tema del agotamiento de recursos y la toxicidad, Falk et al. (2025) argumentan que la fase de fabricación “[...]domina seis categorías, incluyendo la toxicidad humana (94 %) y la eutrofización de agua dulce (81 %)” (p. 1, traducción propia). La toxicidad en la elaboración de este tipo de tecnología es

muy alta y pone en riesgo la salud de las personas y los ecosistemas involucrados en estos procesos industriales.

Además, se debe considerar el impacto en el suelo y la biodiversidad, para Falk et al. (2025) “[...] la etapa de fin de vida (EoL) contribuye de manera más significativa a la ecotoxicidad del agua dulce (≥ 35 %) y al uso del suelo (≥ 18 %)” (p. 9, traducción propia). Estos porcentajes de toxicidad a nivel ecológico y de suelo también ponen en riesgo los ecosistemas y la biodiversidad.

En cuanto a los riesgos y desafíos éticos, se cuenta, con la justicia ambiental donde se devela que “[...] un enfoque de criterio único centrado en el carbono, que omita etapas críticas del ciclo de vida [...], es insuficiente para evaluar la sostenibilidad de la inteligencia artificial [...]” (Falk et al., 2025, p. 2, traducción propia). A nivel de justicia ambiental el desarrollo de la IA pone en riesgo ciertos ciclos biológicos, algunos de los cuales se encuentran protegidos dentro de la legislación de algunos países, pero no se han cuantificado aún los múltiples impactos.

Por otra parte, aun cuando las brechas de acceso digital siempre han existido, actualmente afrontamos la expansión de la IA, que aumenta la diferencia entre sectores con acceso a estas herramientas y otros en condición de exclusión digital. Sumado esto a los sesgos algorítmicos, entendidos como distorsiones que surgen en la generación automatizada de información e ideas (McGovern et al., 2021, p. 2).

Por las razones mencionadas, es fundamental que las instituciones educativas adopten políticas de sostenibilidad digital que minimicen estos impactos. No es solamente

regular el uso de la IA en la elaboración de trabajos de investigación, ensayos, tareas y otros; es aprender a convivir críticamente con esta tecnología presente dentro del contexto educativo y utilizarla para la búsqueda de nuevas formas de aprendizaje que aumenten el alcance para el desarrollo de habilidades de construcción, comprensión y análisis de los problemas ambientales.

Una vez señalados los riesgos y desafíos éticos, se pueden proponer posibles estrategias pedagógicas para integrar la IA de manera responsable y sostenible.

Sugerencia de estrategias pedagógicas para integrar IA en la educación ambiental

En primer lugar, con el objetivo de transformar la formación docente actual se debe capacitar a los futuros educadores en el conocimiento y uso responsable, así como ético, de las herramientas de IA.

En segundo lugar, es necesario el desarrollo de proyectos interdisciplinarios. El combinar ciencias naturales, la tecnología, la ética y otras áreas del currículo potencia el desarrollo de habilidades y destrezas en el estudiantado. Se pueden usar espacios al aire libre para que el estudiantado se familiarice con la educación ambiental en un entorno que lo estimule.

Como tercer punto, es importante retomar el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Esta metodología didáctica ya se ha puesto en práctica y se han logrado buenos resultados, pero en este caso se propone para fomentar investigaciones escolares con IA, como una herramienta de apoyo y guía para los estudiantes en el desarrollo del proyecto.

En relación con esta tercera recomendación, se puede implementar un sistema de tutoría inteligente, que constituya un entorno avanzado de aprendizaje basado en inteligencia artificial que ofrezca instrucción personalizada, adaptativa e interactiva, emulando funciones propias de un tutor humano. Estos sistemas integran técnicas de inteligencia artificial, ciencia cognitiva y psicología educativa para ajustar la experiencia formativa a las necesidades, ritmo y nivel de comprensión de cada estudiante. Además, están diseñados para apoyar el aprendizaje autorregulado, proporcionar retroalimentación inmediata e individualizada y adaptarse progresivamente a la competencia del aprendiz, siendo especialmente útiles para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas complejos y toma de decisiones (EU-JAMRAI, 2026, párr. 1).

En consecuencia, dentro de la educación ambiental se favorece la toma de decisiones complejas, pues la IA puede establecer relevantes correlaciones entre las variables de un proyecto educativo. Se adaptan contenidos sobre sostenibilidad según el nivel de comprensión del estudiante y los objetivos del proyecto. Se promueve el aprendizaje autorregulado en problemáticas socioambientales, pues la misma IA profundizará progresivamente en la temática de acuerdo con la retroalimentación que le facilite el usuario, ya sea el estudiante o el docente.

Un cuarto aspecto se relaciona con la inclusión de la evaluación sostenible dentro de las rúbricas de los proyectos y trabajos en clase. Por medio de la IA, se facilita la escogencia de los indicadores de competencias adecuados para medir la conciencia ecológica y el compromiso comunitario. Por ejemplo, indicadores de conocimiento para evaluar qué

tanto se sabe sobre el tema, indicadores de actitud ante las temáticas ambientales, indicadores de comportamiento sobre las acciones concretas que realiza el estudiantado a favor del ambiente, indicadores de participación en las actividades de aula o en proyectos propiamente desarrollados en el centro educativo e indicadores de competencias ambientales como, por ejemplo, la persona estudiante analiza problemáticas socioambientales e identifica interrelaciones entre factores ecológicos, sociales y económicos, y propone soluciones basadas en principios de sostenibilidad. Asimismo, toma decisiones fundamentadas en criterios éticos, científicos y normativos para la gestión sostenible de recursos naturales en contextos reales o simulados.

Como quinto y último elemento por resaltar, es fundamental incluir dentro del currículo debates sobre la ética tecnológica, la justicia ambiental y la legislación vigente en el país para la conservación de los recursos naturales, así como la reflexión sobre hábitos de consumo responsable con miras a la conservación del ambiente.

Los puntos anteriores son algunas sugerencias de dinámicas pedagógicas que se pueden incluir en la formación del profesorado y de la comunidad educativa.

Conclusiones

La educación ambiental y la inteligencia artificial representan dos campos estratégicos para la construcción de un futuro sostenible y tecnológicamente responsable. Su integración puede generar experiencias educativas más significativas, críticas y orientadas a la acción, siempre que se rija por principios de equidad, ética y sostenibilidad.

Es necesario que la formación en la integración de la IA dentro de las aulas se inicie desde los planes de estudio de las carreras de educación de las universidades. De esa manera, el nuevo profesorado puede desarrollar destrezas para el uso de la IA dentro del salón de clase e incluir el eje ambiental en diversas actividades educativas; esto puede lograrse mediante el aprendizaje basado en proyectos y el uso de sistemas de tutoría inteligente.

Se sugiere que en futuras investigaciones se explore la aplicación empírica de estas estrategias pedagógicas en contextos educativos reales, con el fin de evaluar su impacto en el desarrollo de competencias ambientales y digitales.

Usos de inteligencia artificial (IA)

Se utilizó ChatGPT (OpenAI, 2026) como herramienta digital de apoyo para la organización de información del artículo, sin sustituir la autoría intelectual ni el proceso de análisis crítico y la revisión bibliográfica del autor.



Referencias

- Caldas Ayala, J. A. (2025). La inteligencia artificial en la educación: Ética y desarrollo del pensamiento crítico. *Revista Ideales*, 20(20), 142–144. <https://doi.org/10.59514/2539-5211.4006>
- EU-JAMRAI. (2026). *Intelligent tutoring systems: Step by step guide for the implementation and assessment of intelligent tutoring systems*. <https://eu-jamrai.eu/intelligent-tutoring-systems/>
- Falk, S., Ekchajzer, D., Pirson, T., Lees-Perasso, E., Wattiez, A., Biber-Freudenberger, L., Luccioni, S., & van Wynsberghe, A. (2025). *More than carbon: Cradle-to-grave environmental impacts of GenAI training on the Nvidia A100 GPU* (Version 3). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.00093>
- García Campos, A. G. (2024). La inteligencia artificial en la educación: De la personalización al aprendizaje complejo-colectivo. *UCA Profesional*, 8(3). <https://revistas.uca.ac.cr/index.php/UcaProfesional/article/view/199>
- Guerrero Ramos, C. L., Badillo Pazmiño, D. P., & Lluma Manyá, M. C. (2025). Uso de inteligencia artificial en la educación: Análisis de su integración y efectos en la enseñanza y evaluación del aprendizaje. *SAGA: Revista Científica Multidisciplinar*, 2(1), 333–341. <https://doi.org/10.63415/saga.v2i1.49>
- Leal Filho, W., Kim, E., Borsatto, J. M. L. S., & Marcolin, C. B. (2025). Using artificial intelligence in sustainability teaching and learning. *Environmental Sciences Europe*, 37(1). <https://doi.org/10.1186/s12302-025-01159-w>
- Martínez Huerta, J. (s. f.). *Fundamentos de la educación ambiental*. <https://www.unetxea.org/ext/manual/html/fundamentos.html>
- McGovern, A., Ebert-Uphoff, I., Gagne II, D. J., Bostrom, A., et al. (2021). *Ethical challenges in machine learning for environmental sciences*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2112.08453>
- OpenAI. (2026). ChatGPT. <https://chat.openai.com>
- Ramírez Chávez, M. A., & Litardo Caicedo, C. E. (2025). Agua e inteligencia artificial: El lado oculto del progreso tecnológico. *Estudios y Perspectivas. Revista Científica y Académica*. <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v5i2.1096>
- UNESCO. (1977). *Intergovernmental Conference on Environmental Education: Final report (Tbilisi, USSR, 14–26 October 1977)*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000032763>
- Vitola-Quintero, M., Ballestas-Campo, N. J., Pérez-Cerro, J. D., & Forbes-Santiago, R. N. (2024). Implicaciones éticas, sociales y ambientales de la inteligencia artificial para el desarrollo sostenible: Una revisión de la literatura. *Revista Científica Anfíbios*, 7(1). <https://doi.org/10.37979/afb.2024v7n1.148>

