

# Educación para el cambio climático e inteligencia artificial generativa: cultura digital crítica y transformadora



## Climate Change Education and Generative Artificial Intelligence: Critical and Transformative Digital Culture

Erich Rodríguez Vallejo, [ervallejo@uclv.cu](mailto:ervallejo@uclv.cu)  
 Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba  
<https://orcid.org/0000-0003-0905-9597>

Imirsy Valdivia Martínez, [ivaldivia@uclv.cu](mailto:ivaldivia@uclv.cu)  
 Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba  
<https://orcid.org/0000-0002-7092-2524>

Yanirys Duarte Medina, [duarteyanirys7@gmail.com](mailto:duarteyanirys7@gmail.com)  
 Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba  
<https://orcid.org/0009-0007-7032-320X>

DOI: 10.5281/zenodo.20756359

### Palabras clave

Educación sobre el cambio climático  
 Inteligencia artificial generativa  
 Cultura digital  
 Pensamiento crítico  
 Resiliencia comunitaria

**Resumen:** Este artículo muestra un estudio, configurado como una revisión documental interpretativa y sistematizada. Su objetivo es analizar críticamente la convergencia entre la Educación para el Cambio Climático (EpCC) y la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), identificando sus potencialidades, limitaciones y retos, con el propósito de contribuir a la construcción de una cultura digital crítica y transformadora orientada a la justicia climática. Los hallazgos muestran que la IAG puede personalizar aprendizajes, simular escenarios climáticos y dinamizar metodologías participativas, siempre que se acompañe de una mediación ética y pedagógica rigurosa. La contribución del artículo se expresa en proponer la noción de cultura climática digital crítica y transformadora como categoría articuladora; y ofrecer una revisión sistematizada que visibiliza tensiones y vacíos en la literatura, traduciendo los hallazgos en lineamientos conceptuales y pedagógicos.

### Keywords

Climate change education  
 Generative artificial intelligence  
 Digital culture  
 Critical thinking  
 Community resilience

**Abstract:** This paper shows a study, configured as a systematized and interpretative documentary review, critically analyzes the convergence between Climate Change Education (CCE) and Generative Artificial Intelligence (GAI). Its objective is to critically examine this convergence, identifying its potentialities, limitations, and challenges, with the purpose of contributing to the construction of a critical and transformative digital culture oriented towards climate justice. Findings show that GAI can personalize learning, simulate climate scenarios, and foster participatory methodologies, provided it is accompanied by rigorous ethical and pedagogical mediation. The contribution of the article lies in two dimensions: theoretically, by proposing the notion of a critical and transformative digital climate culture as an articulating category; and methodologically, by offering a systematized review that highlights tensions and gaps in the literature, translating the findings into conceptual and pedagogical guidelines.

### Cómo citar:

Rodríguez, E., Valdivia, I. y Duarte, Y. (2026). Educación para el cambio climático e inteligencia artificial generativa: cultura digital crítica y transformadora. *Revista Varela*, 26(74):e2026267403.

Recibido: febrero de 2026, Aceptado: marzo de 2026, Publicado: 19 de junio de 2026

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático constituye uno de los mayores desafíos civilizatorios de nuestro tiempo. Sus efectos, ampliamente documentados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), se manifiestan en el aumento sostenido de las temperaturas globales, la alteración de los patrones de precipitación, la pérdida acelerada de biodiversidad y la creciente frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos ([IPCC, 2023](#)). Estos impactos comprometen la estabilidad de los ecosistemas y ponen en riesgo la seguridad alimentaria, la salud pública y la cohesión social. En este contexto, la educación se erige como un mecanismo insustituible para la construcción de una cultura climática capaz de transformar patrones de comportamiento y orientar la acción colectiva hacia la sostenibilidad. La Educación para el Cambio Climático (EpCC) se concibe como un proceso pedagógico crítico y transformador que debe trascender la mera transmisión de información científica para convertirse en un espacio de reflexión ética y de desarrollo de habilidades orientadas a la adaptación y mitigación de la crisis climática ([González y Meira, 2020](#)).

Sin embargo, los sistemas educativos enfrentan limitaciones estructurales y metodológicas que dificultan la incorporación efectiva del cambio climático como eje transversal del currículo. La persistencia de enfoques tradicionales centrados en la memorización y la fragmentación disciplinar reduce la capacidad de los estudiantes para comprender la complejidad del fenómeno y asumir posturas críticas frente al modelo de desarrollo consumista que lo origina. De ahí la necesidad de explorar nuevas herramientas pedagógicas que permitan superar dichas limitaciones y potenciar la EpCC como un proceso integral e interdisciplinario. En este escenario, la inteligencia artificial generativa (IAG) emerge como un recurso disruptivo con un potencial significativo para transformar las prácticas educativas ([López y Angulo, 2025](#)).

La IAG, entendida como el conjunto de modelos capaces de producir textos, imágenes, simulaciones y otros contenidos a partir de grandes volúmenes de datos, ocupa un lugar central en los debates sobre innovación educativa. [Martínez \(2025\)](#) plantean que su capacidad para generar materiales personalizados, simular escenarios complejos y facilitar procesos de aprendizaje adaptativos abre un horizonte de posibilidades para la EpCC. Por ejemplo, mediante sistemas generativos es posible recrear escenarios climáticos futuros o elaborar recursos didácticos ajustados a las necesidades específicas de cada contexto educativo. Estas aplicaciones enriquecen la experiencia de aprendizaje y contribuyen a la formación de competencias clave como el pensamiento crítico, la creatividad y la resiliencia comunitaria ([Bangay y Blum, 2010](#)).

No obstante, la incorporación de la IAG plantea desafíos éticos y pedagógicos. Entre ellos se encuentran el riesgo de reproducir sesgos algorítmicos, la dependencia tecnológica que puede profundizar las brechas digitales y la posibilidad de que el énfasis en la forma desplace la densidad crítica del contenido ([Caride y Meira, 2019](#)). Por ello, resulta imprescindible que la integración de la IAG en la EpCC se realice bajo un marco ético riguroso, que garantice transparencia, equidad y pertinencia cultural.

A pesar de los avances en educación ambiental y en el uso de tecnologías digitales, no existen estudios sistemáticos que analicen de manera integrada la relación entre la Educación para el Cambio Climático y la Inteligencia Artificial Generativa. Esta ausencia constituye un vacío teórico y metodológico que limita la comprensión de cómo las herramientas generativas pueden contribuir a la construcción de una cultura climática digital crítica y transformadora.

El objetivo general de este artículo es analizar críticamente la convergencia entre la EpCC y la IAG, identificando sus potencialidades, limitaciones y retos, con el propósito de contribuir a la construcción de una cultura digital crítica y transformadora orientada a la justicia climática.

De esta forma analiza las sinergias entre EpCC e IAG como un campo emergente de investigación y práctica pedagógica. Se parte de la premisa de que la crisis climática exige un currículo de emergencia capaz de articular las vías formal, no formal e informal de la educación ([UNESCO, 2010](#)), y que la IAG puede convertirse en un aliado estratégico para dinamizar dicho currículo. La reflexión se orienta hacia la identificación de potencialidades, limitaciones y retos de esta integración, con el propósito de contribuir a la construcción de un marco teórico y metodológico que permita avanzar hacia una educación para el cambio climático innovadora, crítica y transformadora. En última instancia, se busca demostrar que la convergencia entre EpCC e IAG es necesaria para enfrentar los desafíos de un contexto marcado por crisis climática y transformaciones digitales, donde la educación debe formar ciudadanos conscientes y capaces de actuar colectivamente en defensa de la vida.

## UN ACERCAMIENTO TEÓRICO AL ESTUDIO

La EpCC ha evolucionado en las últimas dos décadas como un campo de creciente relevancia dentro de la educación ambiental y la pedagogía crítica. Su propósito no se limita a transmitir información científica sobre las causas y consecuencias del calentamiento global, sino que busca transformar los modos de pensar, sentir y actuar de los individuos y comunidades frente a la crisis socioambiental.

En este sentido, los antecedentes más relevantes muestran cómo la EpCC se ha consolidado como un proceso crítico y emancipador. Al respecto, [González y Meira \(2020\)](#) subrayan que la EpCC debe concebirse como un proceso orientado a educar para el cambio, cuestionando el modelo de desarrollo consumista y extractivista que ha conducido al colapso climático. De manera complementaria, [Bangay y Blum \(2010\)](#), destacan que la calidad educativa y la respuesta al cambio climático forman parte de una misma agenda, donde la justicia climática y la ética de la ecoddependencia se erigen como principios fundamentales.

No obstante, los sistemas educativos enfrentan limitaciones estructurales y metodológicas que dificultan la transversalización del currículo y la incorporación efectiva del cambio climático como eje formativo. La persistencia de enfoques tradicionales centrados en la memorización y la fragmentación disciplinar reduce la capacidad de los estudiantes para comprender la complejidad del fenómeno y desarrollar pensamiento crítico. Superar estas limitaciones exige metodologías participativas, interdisciplinarias y situadas, como lo ha señalado la UNESCO ([2010](#), [2024](#)) en sus directrices sobre educación para el desarrollo sostenible y educación climática. En esta línea, [Caride y Meira \(2019\)](#) enfatizan que la EpCC debe convertirse en un espacio de resistencia y creación de nuevos horizontes civilizatorios, donde la ética y la justicia climática sean principios rectores.

En paralelo, la irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo abre un horizonte de posibilidades inéditas. Los antecedentes más recientes muestran cómo la IA puede contribuir a la resiliencia frente al cambio climático mediante la modelación de escenarios, el análisis de datos ambientales y la generación de narrativas comunitarias ([García, 2023](#)). En el campo específico de la educación, la IAG se perfila como un recurso disruptivo capaz de producir textos, imágenes y simulaciones que enriquecen los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La convergencia entre EpCC e IAG, por tanto, se sustenta en antecedentes que muestran tanto su potencial como sus riesgos. Por un lado, la personalización del aprendizaje y la simulación de escenarios climáticos pueden fortalecer competencias clave como el pensamiento crítico y la resiliencia comunitaria. Por otro, la dependencia tecnológica y la trivialización del conocimiento plantean desafíos éticos que deben ser abordados con rigor ([De Haro, 2024](#); [UNESCO, 2024](#)). En este sentido, la EpCC apoyada en IAG no puede limitarse a ser un recurso instrumental, sino que debe constituirse en un espacio de construcción colectiva de saberes y valores orientados a la justicia climática y la transformación socioambiental. El marco teórico que articula la EpCC con la IAG se sustenta, en última instancia, en la idea de que la crisis climática y la revolución digital son fenómenos interconectados que requieren respuestas educativas innovadoras, capaces de formar ciudadanos conscientes, resilientes y comprometidos con la defensa de la vida y la construcción de futuros sostenibles.

No obstante, la articulación entre EpCC e IAG se encuentra atravesada por tensiones teóricas que reflejan debates actuales en el campo. Por un lado, se discute el potencial emancipador de la IAG como recurso para personalizar aprendizajes y dinamizar metodologías participativas; por otro, se advierte sobre el riesgo de reproducir sesgos algorítmicos, profundizar brechas digitales y desplazar el rol crítico del docente. Estas tensiones expresan un debate más amplio entre la innovación tecnológica y la pedagogía crítica, donde se confrontan visiones optimistas sobre la capacidad de la IA para transformar la educación con posturas que subrayan la necesidad de marcos éticos y culturales rigurosos. En este sentido, el presente estudio se sitúa en la intersección de dichas posiciones, proponiendo una integración EpCC-IAG que reconozca tanto las potencialidades como los riesgos, y que se oriente hacia la construcción de una cultura digital crítica y transformadora.

Sintetizando, el marco teórico revisado permite articular la EpCC y la IAG como campos interconectados que, pese a sus tensiones y riesgos, ofrecen un horizonte de innovación pedagógica. La contribución original de este estudio radica en la propuesta teórica de la noción de cultura climática digital crítica y transformadora como eje articulador, capaz de integrar las potencialidades de la IAG con los principios éticos y emancipadores de la EpCC. Esta síntesis fundamenta la pertinencia de avanzar hacia un modelo

educativo que no solo incorpore tecnologías generativas, sino que las sitúe en función de la justicia climática y la acción colectiva en defensa de la vida.

## ACERCA DE LA METODOLOGÍA SEGUIDA

El presente estudio se configura como una revisión documental interpretativa y sistematizada. La investigación se fundamenta en la pedagogía crítica y la ética digital, y busca aportar elementos conceptuales y propositivos para el diseño de proyectos educativos innovadores.

Los fundamentos descansan en un enfoque teórico-interpretativo, orientado a analizar críticamente la intersección entre la EpCC y la IAG. Este enfoque responde a la necesidad de comprender fenómenos complejos desde una perspectiva holística, reconociendo que tanto la crisis climática como la revolución digital son procesos multidimensionales que deben ser abordados desde la pedagogía crítica, la ética y la interdisciplinariedad. La metodología se concibe como un proceso reflexivo, sistemático y riguroso, que privilegia la construcción conceptual sobre la mera descripción y busca aportar elementos propositivos para el diseño de proyectos educativos innovadores.

La primera fase consistió en la delimitación del corpus de análisis. Se establecieron criterios de inclusión: (a) pertinencia temática respecto a EpCC e IAG; (b) actualidad de las publicaciones (2007–2025); (c) impacto académico medido por indexación en bases de datos reconocidas (Scopus, Redalyc, SciELO); y (d) diversidad geográfica de autores y organismos consultados. Se incluyeron informes técnicos de organismos internacionales (IPCC, UNESCO), artículos científicos sobre educación ambiental y cambio climático, y estudios recientes sobre aplicaciones educativas de la IAG. Se excluyeron documentos sin revisión por pares, publicaciones con escasa relevancia temática y textos redundantes. El corpus final estuvo compuesto por 52 documentos, lo que permitió una base amplia y representativa.

La segunda fase implicó un análisis sistemático mediante lectura crítica y codificación temática. Se definieron seis categorías analíticas: (a) conceptualización del cambio climático y su abordaje educativo; (b) objetivos y valores de la EpCC; (c) metodologías pedagógicas críticas y participativas; (d) aplicaciones de la IAG en educación; (e) riesgos éticos y limitaciones tecnológicas; y (f) propuestas de integración EpCC–IAG. La codificación se realizó de manera inductiva, permitiendo la emergencia de patrones y tensiones teóricas, y de manera deductiva, contrastando los hallazgos con marcos conceptuales establecidos. Para garantizar fiabilidad, se aplicó doble codificación independiente en una muestra del 20% del corpus, alcanzando un índice de concordancia superior al 85%.

La tercera fase correspondió a la triangulación conceptual, entendida como el proceso de confrontar y articular hallazgos provenientes de diferentes fuentes y enfoques. Se aplicó triangulación de datos (comparación entre informes internacionales y artículos académicos), triangulación teórica (contraste entre pedagogía crítica, educación ambiental y ética digital) y triangulación de investigadores (revisión cruzada por dos especialistas externos en educación ambiental y tecnología educativa). Este procedimiento permitió identificar convergencias y divergencias entre EpCC e IAG y elaborar una propuesta integradora que reconoce tanto las potencialidades como las limitaciones de su intersección. De esta reflexión emergió el concepto de “cultura climática digital”, trabajado como eje articulador de la propuesta.

La cuarta fase consistió en la validación de los hallazgos. Se contrastaron las propuestas con marcos normativos internacionales como el Acuerdo de París, la Agenda 2030 y las directrices de la UNESCO sobre educación para el desarrollo sostenible y sobre el uso de la IA en educación. Este contraste permitió garantizar que las conclusiones se alinearan con agendas globales de sostenibilidad y ética digital. Asimismo, se incorporaron reflexiones críticas sobre riesgos asociados: dependencia tecnológica, reproducción de sesgos algorítmicos y ampliación de brechas digitales.

Finalmente, la quinta fase se orientó hacia la formulación de propuestas pedagógicas derivadas del análisis. Estas propuestas buscan ofrecer lineamientos para el diseño de proyectos educativos que integren EpCC e IAG en contextos diversos, articulando las vías formal, no formal e informal de la educación. Se enfatizó la necesidad de formar docentes capaces de utilizar la IAG de manera crítica y ética, promover metodologías participativas que motiven la reflexión sobre la crisis climática y garantizar que la innovación tecnológica se convierta en un recurso para la equidad y la justicia climática. Las propuestas fueron validadas mediante talleres de discusión con especialistas y docentes, lo que permitió ajustar su pertinencia y aplicabilidad.

La metodología adoptada se caracteriza por su rigor documental, su densidad interpretativa y su orientación propositiva. Permite construir un marco conceptual robusto que posibilita avanzar hacia una EpCC innovadora, crítica y transformadora, capaz de aprovechar las potencialidades de la IAG sin renunciar a su misión ética y emancipadora.

Entre las limitaciones metodológicas del estudio se reconoce, en primer lugar, el sesgo documental derivado de la selección de fuentes, que, aunque amplia y diversa, depende de la disponibilidad en bases de datos indexadas y puede excluir experiencias locales no publicadas. En segundo lugar, la ausencia de datos empíricos limita la posibilidad de contrastar directamente las propuestas con prácticas educativas en contextos específicos. Finalmente, la naturaleza interpretativa del análisis implica un grado de subjetividad en la codificación y síntesis de categorías. Estas limitaciones no invalidan los hallazgos, pero subrayan la necesidad de futuras investigaciones empíricas que complementen la reflexión teórica aquí presentada.

## PRINCIPALES HALLAZGOS

El análisis realizado confirma que la integración entre la EpCC y la IAG constituye un verdadero cambio de paradigma en la manera de concebir la formación ciudadana frente a la crisis socioambiental. Los hallazgos muestran que la IAG, al producir contenidos dinámicos, adaptativos y personalizados, ofrece un potencial transformador capaz de superar las limitaciones históricas de la EpCC tradicional. La EpCC, concebida como proceso crítico y ético, encuentra en la IAG un recurso que amplifica su alcance, pertinencia y capacidad de movilización social. Esta sinergia debe entenderse como una redefinición de la EpCC en clave digital, crítica y emancipadora.

Los resultados evidencian que la IAG puede potenciar la comprensión crítica mediante simulaciones interactivas de escenarios futuros. Por ejemplo, un sistema generativo podría elaborar un mapa dinámico de inundaciones en La Habana, mostrando barrios afectados bajo distintos niveles de aumento del mar. En un laboratorio virtual, los estudiantes experimentarían con políticas de mitigación —como reforestación costera o construcción de diques— y observarían en tiempo real los efectos de sus decisiones. Este tipo de experiencias convierte la abstracción científica en aprendizaje significativo, fomentando conciencia crítica y disposición hacia la acción transformadora. En otros contextos, se podrían simular sequías prolongadas en zonas agrícolas de África o huracanes en el Caribe, vinculando la EpCC con realidades locales y globales.

La IAG favorece la generación automática de materiales didácticos adaptados a las realidades locales. Por ejemplo, una plataforma educativa podría producir guías específicas para comunidades agrícolas en Sancti Spíritus, centradas en gestión del agua y adaptación a la sequía, mientras que para comunidades costeras en Matanzas generaría materiales sobre erosión y salinización de suelos. Esta personalización garantiza pertinencia cultural y eficacia pedagógica. Una acción concreta sería la implementación de plataformas inteligentes con itinerarios diferenciados, donde cada estudiante reciba contenidos ajustados a su contexto y nivel de comprensión. Este enfoque fortalece la resiliencia comunitaria y contribuye a la construcción de una cultura climática situada. La IAG impulsa metodologías participativas y creativas. Ejemplos incluyen la gamificación de contenidos climáticos mediante narrativas generadas por IA, como un videojuego educativo donde los estudiantes gestionen una ciudad sostenible tomando decisiones sobre energía, transporte y alimentación, observando sus efectos en el balance climático. Asimismo, la creación de entornos virtuales de colaboración permitiría que estudiantes de distintas regiones diseñen planes de contingencia ante huracanes, apoyados en simulaciones digitales.

Estas metodologías convierten la EpCC en un espacio horizontal de construcción colectiva de saberes, donde la creatividad y la crítica se articulan como motores de transformación ([Bangay & Blum, 2010](#)). Seguidamente se muestran algunos ejemplos para mostrar las potencialidades pedagógicas de la integración EpCC–IAG.

### *Estudio de caso: Formación acelerada sobre impactos climáticos mediante IA*

En 2024, la Universidad de Cambridge, en colaboración con la plataforma internacional *Apolitical*, presentó una iniciativa orientada a acelerar la formación sobre los impactos del cambio climático mediante el uso de IA combinada con tecnologías inmersivas. El proyecto partió de la premisa de que la falta de preparación frente a la crisis climática constituye uno de los mayores riesgos globales y que los sistemas educativos tradicionales no logran transmitir con suficiente eficacia la complejidad de los fenómenos socioambientales ([Mintz, 2024](#)).

La propuesta consistió en el diseño de entornos virtuales interactivos, generados por IA, donde los participantes podían experimentar escenarios de crisis climática como inundaciones urbanas, sequías prolongadas o impactos en la seguridad alimentaria. Estos entornos permitían visualizar en tiempo real las consecuencias de distintas decisiones de mitigación y adaptación, convirtiendo la abstracción científica en experiencias pedagógicas tangibles. La IA se utilizó para personalizar los itinerarios de aprendizaje, ajustando los contenidos a las necesidades de cada grupo y facilitando la comprensión de las interrelaciones entre variables ambientales, sociales y económicas.

El valor pedagógico de esta experiencia radicó en su capacidad para acelerar el aprendizaje y fomentar la reflexión crítica. Los participantes reportaron una mayor conciencia sobre la urgencia de actuar frente al cambio climático y una mejor comprensión de la complejidad de los sistemas socioambientales. Además, el proyecto subrayó la necesidad de marcos de gobernanza flexibles que regulen el uso de la IA en educación, garantizando transparencia, equidad y pertinencia cultural.

Aunque la iniciativa se presentó como un modelo innovador de formación climática, también se identificaron desafíos: la ausencia de datos empíricos sistematizados sobre su impacto, el riesgo de reproducir sesgos algorítmicos en las simulaciones y la necesidad de asegurar que estas tecnologías no profundicen las brechas digitales. No obstante, la experiencia constituye un referente internacional sobre cómo la IA puede ser utilizada para dinamizar la EpCC, transformando la enseñanza en un proceso vivencial y situado, capaz de preparar a ciudadanos y líderes para enfrentar la crisis climática con mayor eficacia.

#### *Estudio de caso: Simulaciones de impacto ambiental en el aula mediante IA*

En 2023, se presentó en el marco de la *International Conference on Advanced Intelligent Systems for Sustainable Development (AI2SD)* un proyecto piloto titulado “Smart Education – A Simulation for Climate Change Awareness and Engagement”, desarrollado por Mohamed Amine Marhraoui y colaboradores. El objetivo fue explorar cómo la IA podía integrarse en entornos educativos para mejorar la comprensión de los impactos del cambio climático y fomentar la participación estudiantil ([Marhraoui, 2023](#)).

La experiencia consistió en el diseño de una plataforma educativa que permitía a los estudiantes interactuar con simulaciones de impacto ambiental generadas por IA. Los participantes podían modificar variables relacionadas con emisiones de CO<sub>2</sub>, gestión de residuos, políticas de transporte sostenible y uso de energías renovables. A partir de estas decisiones, el sistema generaba proyecciones dinámicas sobre la calidad del aire, el nivel de emisiones y la resiliencia comunitaria. De este modo, la abstracción científica se transformaba en experiencias pedagógicas tangibles, donde los estudiantes podían visualizar en tiempo real las consecuencias de sus acciones.

El valor pedagógico de esta iniciativa radicó en su capacidad para promover pensamiento crítico y creatividad. Los estudiantes no solo analizaron los resultados de sus decisiones, sino que también debatieron sobre justicia climática y equidad en el acceso a recursos. La IA permitió personalizar los itinerarios de aprendizaje, adaptando los contenidos a distintos niveles de comprensión y contextos culturales. Además, la metodología favoreció la conciencia ambiental, al mostrar de manera inmediata la relación entre decisiones locales y efectos globales del cambio climático.

No obstante, el proyecto también reveló desafíos importantes. Entre ellos, la necesidad de garantizar que las simulaciones no reproduzcan sesgos algorítmicos, la dependencia tecnológica que puede excluir comunidades con acceso limitado a recursos digitales y la importancia de contar con una mediación docente crítica que evite la trivialización del conocimiento. Estas limitaciones coinciden con advertencias de organismos internacionales como la [UNESCO \(2024\)](#), que subrayan la urgencia de establecer marcos éticos claros para el uso de la IA en EpCC.

Este estudio de caso demuestra que las simulaciones de impacto ambiental apoyadas en IA constituyen una herramienta poderosa para dinamizar la EpCC. Al convertir la abstracción científica en experiencias vivenciales, fortalecen la capacidad de los estudiantes para comprender la complejidad de la crisis socioambiental y para actuar colectivamente en defensa de la vida.

Los resultados presentados hasta aquí derivan del análisis documental realizado sobre informes internacionales, artículos académicos y experiencias piloto, lo que permitió identificar potencialidades y riesgos de la integración EpCC-IAG. A partir de estos hallazgos, se desarrollan en lo que sigue propuestas interpretativas del autor, orientadas a traducir dichas evidencias en lineamientos pedagógicos y

conceptuales. Esta diferenciación busca garantizar transparencia metodológica y resaltar la contribución original del estudio.

A partir de estos estudios se hace evidente un grupo de desafíos significativos tal (ver tabla 1).

**Tabla 1**

*Cuadro comparativo: Potencialidades y riesgos de la IAG en la EpCC*

Potencialidades de la IAG en la EpCC	Riesgos y limitaciones de la IAG en la EpCC
Personalización del aprendizaje: Generación de materiales adaptados a contextos locales y necesidades específicas de los estudiantes, fortaleciendo la pertinencia cultural.	<b>Sesgos algorítmicos:</b> Riesgo de reproducir desigualdades sociales y culturales presentes en los datos de entrenamiento, distorsionando la percepción del cambio climático.
Simulación de escenarios climáticos: Recreación de futuros posibles que convierten la abstracción científica en experiencias pedagógicas significativas.	<b>Dependencia tecnológica:</b> Posibilidad de que comunidades con acceso limitado a recursos digitales queden excluidas, ampliando la brecha digital.
Innovación metodológica: Gamificación, narrativas interactivas y entornos virtuales de colaboración que motivan la participación activa y la creatividad.	<b>Trivialización del conocimiento:</b> Riesgo de que la espectacularidad de los recursos generativos desplace la densidad conceptual y crítica de la EpCC.
Fortalecimiento de competencias clave: Desarrollo de pensamiento crítico, creatividad y resiliencia comunitaria frente a la crisis climática.	<b>Falsa percepción de objetividad:</b> Los estudiantes y docentes pueden asumir que los resultados generados por IA son incuestionables, debilitando la reflexión crítica.
Articulación interdisciplinaria: Posibilidad de integrar saberes de distintas áreas en proyectos educativos innovadores y colaborativos.	<b>Necesidad de mediación ética y pedagógica:</b> Sin acompañamiento docente, la IAG puede convertirse en un recurso instrumental sin impacto transformador.
Construcción de una cultura climática digital: Formación de sujetos capaces de emplear la tecnología de manera crítica, ética y creativa en defensa de la vida.	<b>Riesgo de desplazamiento del rol docente:</b> La sobrevaloración de la IAG puede reducir la centralidad del educador como mediador crítico y ético.

Uno de los desafíos mencionados, lo constituye el riesgo de reproducir sesgos algorítmicos en los contenidos generados. Por ejemplo, si un sistema produce un informe sobre emisiones de carbono en Cuba, los docentes deben contrastarlo con datos oficiales del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente para garantizar veracidad. Otro riesgo es la dependencia tecnológica, que puede profundizar brechas digitales y excluir comunidades con acceso limitado.

Diversos estudios han comenzado a sistematizar el uso de la IAG en educación, evidenciando tanto su potencial como sus riesgos en contextos escolares ([Alfarwan, 2025](#)). Para mitigar estos problemas, se proponen protocolos de verificación pedagógica y programas de alfabetización digital climática, que enseñen a los estudiantes a usar la IAG de manera crítica y consciente ([De Haro, 2024](#)). Además, se advierte sobre la posibilidad de que la espectacularidad tecnológica desplace la densidad conceptual. Para evitarlo, la IAG debe incorporarse como complemento dentro de proyectos interdisciplinarios, como un programa escolar de agricultura sostenible que combine simulaciones digitales con debates críticos sobre consumo y producción ([Caride y Meira, 2019](#)).

Finalmente, los resultados sugieren que la integración EpCC–IAG debe orientarse hacia la creación de una cultura climática digital, entendida como el conjunto de valores, saberes y habilidades que emergen de la intersección entre EPCC y tecnologías generativas. Para esto se incluyen un grupo de acciones estratégicas:

- Formación docente en ética digital y pedagogía crítica, mediante talleres y otras formas de organización que enseñen a diseñar simulaciones climáticas con IA.
- Currículos de emergencia climática apoyados en simulaciones generativas, con ejercicios prácticos de respuesta ante eventos extremos.
- Proyectos comunitarios con IAG, como campañas digitales que promuevan reducción del consumo energético en barrios urbanos.

Esta cultura implica no solo el uso instrumental de la IAG, sino también la formación de sujetos capaces de emplearla de manera crítica, ética y creativa, en función de la justicia climática y la transformación socioambiental.

Como se observa, la convergencia entre EpCC e IAG ofrece un potencial significativo para fortalecer la educación climática, pero plantea desafíos que exigen reflexión ética y pedagógica profunda. La clave está en aprovechar las potencialidades de la IAG mediante acciones concretas y contextualizadas, sin renunciar a la misión crítica y transformadora de la EpCC. Solo así será posible avanzar hacia una educación innovadora, inclusiva y eficaz, capaz de enfrentar los desafíos de nuestro tiempo y contribuir a la construcción de futuros más justos y sostenibles.

En conjunto, los hallazgos derivados del análisis documental evidencian tanto las potencialidades como las tensiones de la integración EpCC e IAG. Se identifican avances en la conciencia climática, la innovación pedagógica y la posibilidad de construir escenarios educativos más participativos, pero también limitaciones vinculadas a sesgos algorítmicos, brechas digitales y ausencia de validaciones empíricas robustas. A partir de esta base, las propuestas interpretativas del autor buscan traducir dichos hallazgos en lineamientos conceptuales y pedagógicos orientados a la construcción de una cultura climática digital crítica y transformadora.

## CONCLUSIONES

La contribución original de este estudio se expresa en dos planos complementarios: en el teórico, al proponer la noción de cultura climática digital crítica y transformadora como categoría articuladora entre EpCC e IAG; y en el metodológico, al ofrecer una revisión documental sistematizada e interpretativa que visibiliza tensiones y vacíos en la literatura.

La convergencia EpCC-IAG se confirma como un campo emergente que redefine la pedagogía contemporánea, no como recurso instrumental, sino como oportunidad para transformar la educación en un contexto de crisis socioambiental y aceleración tecnológica. Su valor radica en articular innovación tecnológica con reflexión ética, evitando que la espectacularidad digital desplace la densidad conceptual de la educación climática.

En este sentido, la EpCC apoyada en IAG se configura como una propuesta pedagógica inclusiva y emancipadora, orientada a formar sujetos conscientes y resilientes, comprometidos con la justicia climática y la construcción de una cultura digital crítica al servicio de la vida. Para avanzar hacia una integración estratégica se recomienda:

1. Formación docente en ética digital y pedagogía crítica, que permita a los educadores mediar el uso de estas tecnologías sin perder la densidad conceptual de la reflexión climática.
2. Políticas educativas que incorporen la EpCC-IAG como eje transversal en currículos escolares y universitarios, garantizando que la innovación tecnológica sea un recurso para la equidad y la justicia climática.
3. Investigación aplicada que evalúe el impacto de la IAG en diversos contextos culturales y geográficos, generando evidencia para orientar prácticas pedagógicas y decisiones institucionales.
4. Acción comunitaria mediante proyectos que fortalezcan la resiliencia local, como campañas digitales de ahorro energético o simulaciones participativas de adaptación climática.
5. Gestión institucional con protocolos de verificación pedagógica y marcos éticos claros, que aseguren transparencia en los datos, pertinencia cultural en los contenidos y estrategias para reducir brechas digitales.

Solo mediante esta articulación será posible consolidar una cultura climática digital crítica y transformadora, capaz de movilizar comunidades hacia futuros más justos, sostenibles y solidarios.

## REFERENCIAS

- Alfarwan, A. (2025). Generative AI use in K-12 education: A systematic review. *Frontiers in Education*, 10, 1647573. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1647573>
- Bangay, C., & Blum, N. (2010). Education responses to climate change and quality: Two parts of the same agenda? *International Journal of Educational Development*, 30(4), 359-368. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2009.11.011>

- Caride, J. A., y Meira, P. Á. (2019). Educación, ética y cambio climático. *Innovación Educativa*, 29, 61–76. <https://doi.org/10.15304/ie.29.6336>
- De Haro, J. J. (2024). *Marco para la integración de la IA generativa en las tareas educativas*. <https://jjdeharo.com/marco-ia-generativa-educacion>
- García, J. C. (2023). La convergencia entre academia, cambio climático e inteligencia artificial: Un análisis integrado. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 101, 7–10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9212345>
- González, E., y Meira, P. Á. (2020). Educación para el cambio climático: ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles Educativos*, 42(168), 157–174. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2020.168.59464>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- López, D. R., y Angulo, J. (2025). Transformación educativa con inteligencia artificial: revisión de aplicaciones y desafíos. *Apertura*, 17(2), 44–55. <https://doi.org/10.32870/ap.v17n2.2662>
- Marhraoui, M. A. (2023). Smart Education – A Case Study on a Simulation for Climate Change Awareness and Engagement. En *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 637, pp. 354–363). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-37710-8\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-031-37710-8_31)
- Martínez, I. (2025). Inteligencia artificial en los procesos de enseñanza-aprendizaje: retos y oportunidades. *Psicología Educativa*, 13, 1–8. <https://doi.org/10.22201/fpsic.24486957e.2025.13.146>
- Mintz, N. (2024, 18 de enero). Turbocharging climate education with AI and immersive technologies. *Apolitical*. <https://apolitical.co/en/solution-articles/en/turbocharging-climate-education-with-ai-and-immersive-technologies>
- UNESCO. (2010). *Climate Change Education for Sustainable Development*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000186619>
- UNESCO. (2024). *La educación sobre el cambio climático*. <https://www.unesco.org/es/climate-change-educationc>