

E-books gamificados con inteligencia artificial adaptativa offline para la enseñanza de ciencias naturales en escuelas rurales: una revisión

Gamified e-books with offline adaptive artificial intelligence for teaching natural sciences in rural schools: a review

María Angélica Cancio Nisperuza

University of Technology and Education, Facultad de Ciencias de la Educación,
Departamento de Ciencias de la Educación, Estados Unidos, maria.cancion2025@uted.us,
<https://orcid.org/0000-0003-0626-4544>

DOI: <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v13n2.a9994>

Resumen

La integración de tecnologías digitales en la educación está ofreciendo nuevas oportunidades para reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales. Pero este tipo de conectividad y la falta de infraestructura aún continúan limitando la inclusión de estas innovaciones en el área rural. Este estudio tuvo como objetivo investigar la evidencia científica publicada de los años 2020 a 2025 sobre la integración de libros electrónicos gamificados junto con inteligencia artificial adaptativa para enseñar Ciencias Naturales y fortalecer la indagación científica en entornos menos conectados. La metodología implicó la realización de una revisión sistemática de la literatura, la misma estuvo alineada con las directrices de la declaración PRISMA 2020. Las búsquedas en las bases de datos Scopus, ERIC, ScienceDirect, EBSCO, SciELO, Redalyc y Dialnet arrojaron 102 registros disponibles. De estos, 21 estudios cumplieron con los requisitos de elegibilidad establecidos. Los resultados dieron lugar a las siguientes cuatro categorías amplias: brecha digital rural, gamificación educativa, inteligencia artificial adaptativa e indagación científica. De los estudios seleccionados analizados, el 38.1% consideró la gamificación como una estrategia de mediación didáctica, mientras que el 28.6% se relacionó con el uso de inteligencia artificial educativa. Los hallazgos tienen impactos positivos en la motivación, el compromiso y el aprendizaje de la ciencia, pero se producen muy pocas soluciones offline, particularmente para entornos rurales con conexión limitada. La integración de libros electrónicos gamificados con

inteligencia artificial adaptativa parece ser una alternativa práctica para mejorar la educación científica, pero tendría que investigarse más sobre el acceso a herramientas en entornos rurales.

Palabras clave: gamificación educativa, recursos educativos digitales, aprendizaje adaptativo, indagación científica, educación rural

Abstract

The integration of digital technologies in education is offering new opportunities to strengthen the teaching and learning processes of Natural Sciences. However, connectivity issues and a lack of infrastructure continue to limit the inclusion of these innovations in rural areas. This study aimed to investigate the scientific evidence published between 2020 and 2025 on the integration of gamified e-books with adaptive artificial intelligence to teach Natural Sciences and strengthen scientific inquiry in less connected environments. The methodology involved a systematic literature review, aligned with the PRISMA 2020 guidelines. Searches in the Scopus, ERIC, ScienceDirect, EBSCO, SciELO, Redalyc, and Dialnet databases yielded 102 available records. Of these, 21 studies met the established eligibility criteria. The results led to the following four broad categories: rural digital divide, educational gamification, adaptive artificial intelligence, and scientific inquiry. Of the selected studies analyzed, 38.1% considered gamification as a teaching mediation strategy, while 28.6% were related to the use of educational artificial intelligence. The findings show positive impacts on motivation, engagement, and science learning, but very few offline solutions are available, particularly for rural areas with limited internet access. Integrating gamified e-books with adaptive artificial intelligence appears to be a practical alternative for improving science education, but further research is needed on access to these tools in rural areas.

Keywords: educational gamification, digital educational resources, adaptive learning, scientific inquiry, rural education

Introducción

Hoy en día, las tecnologías y herramientas digitales están revolucionando la educación. Por lo que, ha proporcionado una diversidad sin precedentes de métodos pedagógicos y datos. Ante esta increíble evolución, la inteligencia artificial (IA) resulta ser una herramienta tremenda. Su gran valor radica en que permite diseñar un aprendizaje adaptado a cada persona. La IA puede registrar y analizar el rendimiento de cada estudiante. Es así como esto ayuda a moderar el contenido que proporciona sugerencias personalizadas para satisfacer los requisitos de los usuarios (Holmes *et al.*, 2022; Zawacki-Richter *et al.*, 2019).

Además, esta adaptabilidad tecnológica se combina perfectamente con enfoques divertidos al problema. De este modo, la inclusión de mecánicas de juego en las aulas cultiva entornos dinámicos, mejorando aún más el compromiso y la motivación (Huang *et al.*, 2020; Hwang y Tu, 2021). Por lo que, la combinación es crítica para el campo de la enseñanza de las ciencias naturales. Esta materia requiere que los estudiantes teoricen, resuelvan acertijos y lleven a cabo investigaciones prácticas Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021). En tal caso, los libros electrónicos interactivos se convierten en grandes aliados.

Por consiguiente, estas herramientas ayudan a dirigir investigaciones y fomentar competencias científicas clave. Sin embargo, no todos se benefician de este desarrollo, por otro lado. Ante ello, se presenta el caso en el mundo actual, su distribución es extremadamente desigual y la falta de infraestructura y la mala conectividad crean una amplia disparidad geográfica (OCDE, 2021; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2021) y UNESCO, 2023). El problema reduce las oportunidades de estudio y promueve la exclusión en las áreas rurales. El enfoque de tales iniciativas es traducir el progreso tecnológico en equidad (UNESCO, 2023), lo que implica llevar al contexto una experiencia de aprendizaje más interactiva sin necesidad de depender de una red de telecomunicaciones de alto nivel.

Como tal, los libros electrónicos gamificados con IA adaptativa en modo offline son una vía de investigación emocionante para apoyar aún más la educación científica, especialmente en

áreas rurales. Es necesario realizar una revisión sistemática y un análisis de la evidencia empírica existente para compilar evidencia empírica relacionada con esta área y dar forma a sus futuros avances tecnológicos y pedagógicos (Page *et al.*, 2021).

La inteligencia artificial en el contexto de la educación ha sido uno de los avances clave en la última década porque ha sido un enfoque transformador para desarrollar sistemas educativos adaptándolos más a lo que los estudiantes aprenden. Desde el punto de vista mencionado anteriormente, los sistemas inteligentes pueden analizar patrones de aprendizaje, descubrir dónde están sus fortalezas y desafíos individuales y también ofrecerles los recursos y actividades que son apropiados a su propio ritmo. Donde se necesita la atención de los profesores junto con la tecnología para proporcionar retroalimentación continua y, a menudo, apoyo oportuno en el proceso (Holmes *et al.*, 2022; Zawacki-Richter *et al.*, 2019).

De manera similar, la gamificación también se ha consolidado como un método pedagógico para aumentar el compromiso y la participación de los estudiantes en las lecciones con la adopción de características similares a los juegos en el entorno educativo. En este sentido, recursos como desafíos, niveles, recompensas y estructuras de retroalimentación crean contextos de aprendizaje más activos y significativos. Estos métodos también son prevalentes en el campo de las Ciencias Naturales porque fomentan la observación, el desarrollo de hipótesis, la resolución de problemas, la construcción de explicaciones con base probatoria. Se deduce que la fusión de inteligencia artificial, gamificación y recursos digitales interactivos representa una alta posibilidad, por lo tanto, una alternativa para mejorar los procesos de investigación científica y la comprensión de fenómenos naturales en otros contextos educativos (Huang *et al.*, 2020; Hwang y Tu, 2021).

Esta necesidad se aborda en la siguiente pregunta, que este estudio actual abordó: ¿Qué evidencia empírica existe sobre la integración de libros electrónicos gamificados con inteligencia artificial adaptativa para el aprendizaje de las Ciencias Naturales y la realización de la indagación científica en entornos educativos con conectividad limitada? Para responder a esta pregunta, el objetivo de este artículo de investigación fue investigar la evidencia científica publicada de tal herramienta con el fin de delinear tendencias en el método, la aplicación pedagógica y los vacíos

de investigación en cuanto a la aplicabilidad de la herramienta en un entorno rural. Para lograr esto, se desarrolló una revisión sistemática de la literatura temática de acuerdo con la declaración PRISMA 2020.

Metodología

Tipo y diseño de la investigación: La organización de este estudio fue diseñada de tal manera que se realizó una revisión sistemática de la literatura basada en un diseño cualitativo-descriptivo (Snyder, 2019). Su propósito metodológico fue encontrar, discutir y sintetizar la evidencia empírica publicada relacionada con la integración de libros electrónicos gamificados e inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Los libros electrónicos interactivos y la gamificación han sido considerados en esta investigación como recursos pedagógicos complementarios dentro de un ecosistema tecnológico, prestando especial atención a su efecto en el crecimiento de la competencia de indagación científica y su compatibilidad con contextos rurales con limitaciones de conectividad.

La revisión sistemática fue diseñada de acuerdo con los Elementos de Reporte Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta-Análisis (PRISMA 2020) (Page *et al.*, 2021), con el objetivo de mejorar la transparencia, trazabilidad y reproducibilidad en el proceso de investigación. El proceso metodológico consistió en cuatro fases, a saber, identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. En la fase de identificación, los registros fueron primero recuperados de las bases de datos seleccionadas, seguidos por el cribado, que eliminó duplicados y revisó títulos y resúmenes.

Durante la fase de elegibilidad, los textos completos de los estudios potencialmente relevantes fueron analizados en base a los criterios de inclusión y exclusión definidos como se describió anteriormente. El último paso fue la etapa de inclusión, donde finalmente se seleccionaron los estudios que formaron el corpus final de análisis para que la evidencia científica relacionada con los libros electrónicos gamificados, la inteligencia artificial adaptativa y la investigación científica en entornos educativos con baja conectividad fuera sintetizada e interpretada.

Normas y estándares aplicados: Para garantizar la transparencia, trazabilidad metodológica y reproducibilidad del estudio, la identificación, selección y síntesis de recursos es un proceso que se implementó minuciosamente de acuerdo con las directrices y estándares establecidos en la declaración PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021).

Población y muestra: Según el alcance de la revisión sistemática, la población documental (o universo del estudio) incluyó 102 registros académicos iniciales obtenidos de las bases de datos consultadas. Utilizando criterios de elegibilidad y análisis de calidad, se obtuvo una muestra final (corpus de análisis) que consistió en 21 estudios empíricos. La documentación objetivo-utilizada consistió de publicaciones académicas de texto completo, disponibles tanto en idioma español como en inglés. Esta división lingüística aseguró una comprensión meticulosa de los resultados reportados y garantizó que la muestra se considerara relevante dentro de la comunidad científica regional y global.

Técnicas de recolección de datos: La recopilación de la literatura se llevó a cabo entre febrero y marzo de 2025. La recolección de datos documentales se realizó con referencias estructuradas en bases de datos internacionales de alto impacto (Scopus, ERIC, ScienceDirect y EBSCO), que se complementó con índices regionales (SciELO, Redalyc y Dialnet), con el fin de ampliar el acceso a la literatura científica a nivel global y regional en América Latina. Los principales campos empleados por estas búsquedas fueron: título, resumen y palabras clave. La siguiente ecuación de búsqueda se utilizó para recuperar los documentos basados en los descriptores temáticos, así como operadores booleanos:

("gamification" OR "educational gamification") AND ("artificial intelligence" OR "AI in education") AND ("science education" OR "scientific inquiry") AND ("e-book" OR "digital learning resources") NOT ("higher education")

Se emplearon herramientas digitales de gestión bibliográfica en las fases de identificación, selección y análisis de estudios para asegurar la trazabilidad, organización y control del proceso de revisión sistemática. Más específicamente, se utilizó Mendeley Reference Manager para almacenar, organizar y gestionar las referencias recuperadas de las bases de datos consultadas, lo

que ayudó en el descubrimiento preliminar de registros duplicados y la normalización de los datos bibliográficos. Además, se utilizaron matrices de sistematización creadas en Microsoft Excel para registrar los criterios de inclusión y exclusión, documentar las decisiones tomadas durante el proceso de selección y consolidar la información extraída de cada estudio.

Criterios de elegibilidad y evaluación de calidad metodológica: dentro de los criterios de elegibilidad se destaca que la muestra se eligió en base a criterios de inclusión y exclusión predefinidos (criterios de elegibilidad y evaluación de la calidad metodológica). El número de estudios incluidos consideró una búsqueda bibliográfica de los años 2020 al 2025, un período de expansión significativa de la investigación sobre IA educativa desarrollada en contextos educativos formales y relacionada con el uso de recursos digitales interactivos destinados a fortalecer el pensamiento científico. No se seleccionó ninguna investigación fuera de este período, por ejemplo, investigaciones específicamente de educación superior, materiales que no eran completamente accesibles en texto, o trabajos no directamente relacionados con la indagación escolar. En la tabla 1 se destacan los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión para la selección de estudios

Criterio	Inclusión	Exclusión
Tipo de documento	Artículos científicos revisados por pares y estudios académicos publicados en revistas indexadas	Documentos sin revisión por pares
Periodo de publicación	Estudios publicados entre 2020 y 2025	Investigaciones publicadas antes de 2020
Área temática	Investigaciones relacionadas con tecnologías educativas, gamificación, inteligencia artificial educativa y enseñanza de las ciencias	Estudios centrados en ámbitos empresariales o en disciplinas ajenas al campo educativo

Contexto educativo	Investigaciones desarrolladas en contextos educativos formales, especialmente en educación básica o secundaria	Estudios enfocados exclusivamente en educación superior
Acceso al documento	Publicaciones con disponibilidad de texto completo	Documentos sin acceso al texto completo
Pertinencia metodológica	Investigaciones que analizan la relación entre tecnología educativa y desarrollo de competencias científicas	Estudios que no abordan la variable de indagación científica

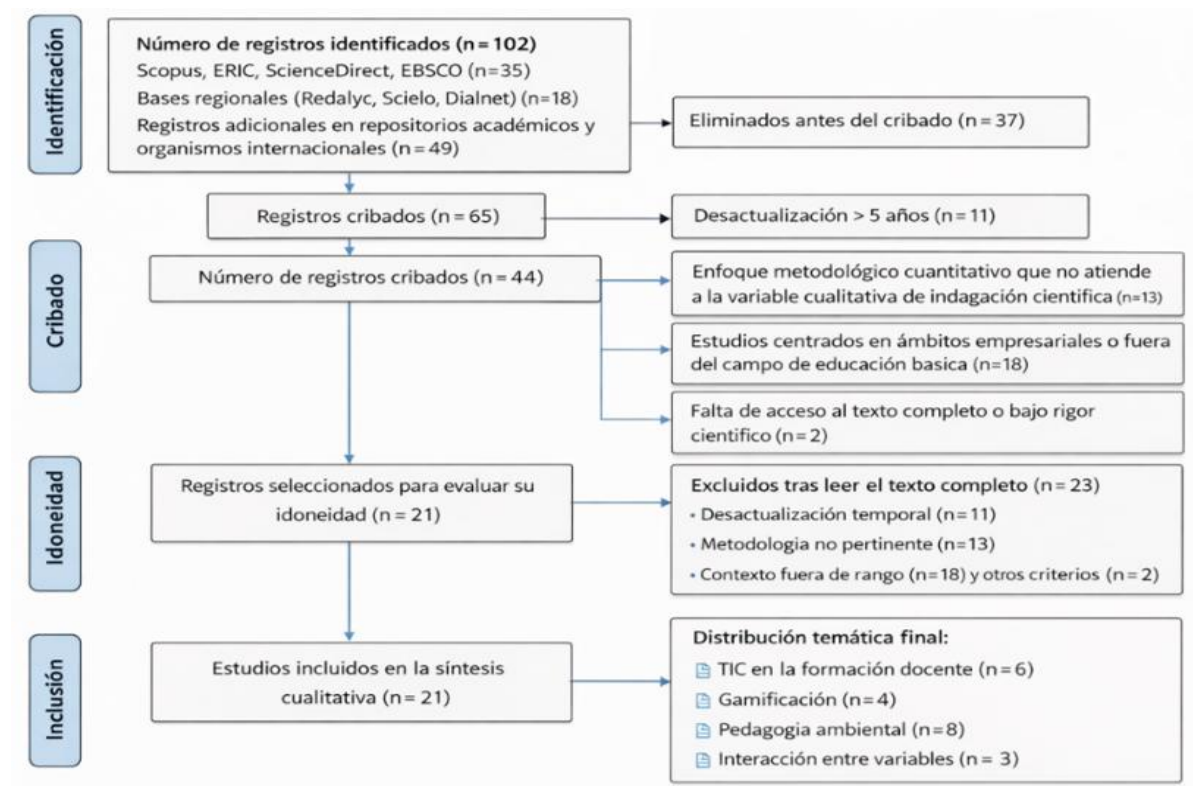
Nota. Nota. Elaboración propia con base en los criterios de elegibilidad definidos para la revisión sistemática de la literatura.

Ahora, en términos de especificaciones metodológicas, es significativo que los estudios seleccionados fueran sometidos a revisión metodológica. El filtro se utilizó de acuerdo con la claridad del diseño de la investigación; la descripción del entorno educativo; la unidad de los objetivos con los hallazgos; y la transparencia de los procesos analíticos que aseguran la solidez del corpus final.

Procedimiento de selección. Se desarrolló un proceso de selección para los estudios utilizando las cuatro etapas descritas en el informe PRISMA 2020: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. Para la fase de identificación, se obtuvieron 102 registros de las bases de datos revisadas. Luego, se eliminaron 37 registros duplicados en la etapa de cribado y se escanearon títulos y resúmenes, lo que resultó en 65 estudios preliminares. En la etapa de elegibilidad, se analizaron los textos completos de los documentos seleccionados, excluyéndose 44 estudios por no cumplir con los criterios, incluyendo publicaciones fuera del período definido, estudios realizados en entornos empresariales o estudios no relacionados con la educación básica y secundaria. En la etapa de inclusión, finalmente se incluyeron 21 estudios que cumplieron con todos los criterios metodológicos y temáticos definidos para la revisión y constituyeron el corpus final de análisis (Figura 1).

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de identificación, cribado, evaluación de idoneidad e inclusión de estudios elaborado conforme a los lineamientos PRISMA



Nota. Elaboración propia con base en la declaración PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021).

Técnicas de análisis de datos. Se aplicó el análisis temático cualitativo en los 21 estudios seleccionados empleando seis fases propuestas por Braun y Clarke (2006): familiarización con los datos, generación inicial de códigos, agrupación de categorías, revisión de temas emergentes, definición de temas y desarrollo de la síntesis interpretativa. Con el fin de proporcionar uniformidad en la extracción de la información y la organización de los contenidos, definimos cinco variables de análisis operativas: inteligencia artificial educativa, gamificación educativa, libros electrónicos interactivos, competencia de investigación y educación rural. Estas variables estructuraron la codificación, comparación y clasificación de los resultados reportados en los

estudios incluidos, para detectar tendencias, convergencias y brechas de conocimiento en relación con la introducción de tecnologías digitales en la enseñanza de las Ciencias Naturales (Tabla 2).

Durante la codificación, se realizó una revisión comparativa de los hallazgos de cada estudio con el objetivo de revelar temas comunes, superposiciones teóricas y disparidades empíricas. Este proceso analítico fue fundamental para permitir la agrupación de resultados en categorías interpretativas que permitieran una consideración sustantiva de cómo la inclusión de estas tecnologías puede ser útil y potencialmente impactante en áreas rurales para cuestiones relacionadas con desafíos pedagógicos y de acceso, y así informar las implicaciones que resultaron del estudio.

Tabla 2

Operacionalización de variables para el análisis temático

Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Inteligencia artificial educativa	Aplicación de sistemas computacionales capaces de analizar datos de aprendizaje y ofrecer respuestas adaptativas.	Estudios que analizan el uso de IA para personalización, tutoría inteligente o análisis del desempeño estudiantil.
Gamificación educativa	Estrategia pedagógica que incorpora elementos del diseño de juegos para aumentar la motivación y la participación.	Investigaciones que integran mecánicas como niveles, retos, recompensas o retroalimentación en ciencias.
E-books interactivos	Recursos digitales estructurados como libros electrónicos con elementos multimedia e interacción.	Estudios que analizan el uso de libros digitales interactivos en los procesos de enseñanza.
Competencia de indagación	Capacidad de formular preguntas, analizar evidencias y construir explicaciones fundamentadas empíricamente.	Investigaciones sobre el desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes.

Educación rural Contextos educativos caracterizados por limitaciones de infraestructura tecnológica y conectividad. Estudios desarrollados en territorios rurales o con restricciones tecnológicas.

Nota. Elaboración propia a partir de las categorías y variables definidas para el análisis temático de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Resultados

Utilizando la metodología sobre la integración de tecnologías digitales en la educación científica, el estudio sistemático de los 21 estudios seleccionados resultó en la consolidación de una matriz de evidencia empírica; estos estudios corresponden al corpus final obtenido tras aplicar el proceso de selección y refinamiento descrito en la metodología.

El perfil del corpus examinado se presenta en la Tabla 3, lo que nos permite descubrir ciertos patrones metodológicos y tendencias en la aplicación de tecnologías digitales en la educación científica, a saber, el contexto de aplicación; el enfoque metodológico; las variables que son relevantes; y los principales hallazgos de cada estudio.

Tabla 3

Síntesis de los estudios incluidos en la revisión sistemática

Código	Autor Año	Contexto	Enfoque metodológico	Variable	Hallazgos principales
F1	Legaki <i>et al.</i> (2020)	Internacional – Urbano	Experimental	Gamificación educativa	La gamificación incrementa el compromiso y mejora el aprendizaje en entornos digitales educativos.
F2	Zhang <i>et al.</i> (2021)	Internacional – Urbano	Mixto	E-books interactivos / adopción	Los docentes valoran la interactividad de los e-books, aunque existen barreras de adopción

				tecnológica	capacitación y recursos tecnológicos.
F3	Çırakoğlu <i>et al.</i> (2022)	Internacional – Urbano	Diseño instruccional y evaluación piloto	E-books interactivos / indagación científica	Los e-books basados en el modelo POE fortalecen la formulación de hipótesis y la comprensión científica.
F4	Roldán <i>et al.</i> (2024)	Internacional – Urbano	Experimental	Gamificación / aprendizaje autónomo	Los videojuegos educativos incrementan motivación, retención de contenidos y colaboración.
F5	Kubilay <i>et al.</i> (2024)	Internacional – Urbano	Cuasiexperimental	Aprendizaje móvil en ciencias	Las aplicaciones móviles mejoran comprensión conceptual y motivación hacia áreas STEM.
F6	Aparicio y Aparicio (2024)	Internacional – Urbano	Estudio de casos	IA adaptativa educativa	Los sistemas adaptativos mejoran el rendimiento académico cuando se integran con mediación docente.
F7	Shao <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Urbano	Cuasiexperimental	E-books gamificados	Los e-books gamificados aumentan motivación y comprensión conceptual en estudiantes.
F8	Galeas <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Rural	Mixto	IA adaptativa + gamificación	La combinación de IA y gamificación mejora la autonomía y resolución de problemas en estudiantes rurales.
F9	Agrawal <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Rural	Diseño tecnológico y validación	Plataformas educativas	Los modelos semi-offline permiten aprendizaje interactivo sin depender de conectividad permanente.

				as semi- offline	
F10	Betancur y Fernández (2025)	Internacional – Urbano	Cuantitativo	Gamificación curricular	La gamificación integrada al currículo mejora la retención de conceptos científicos.
F11	Ganchozo <i>et al.</i> (2025)	Internacional – Rural	Revisión crítica	IA en educación rural	Los proyectos exitosos en ruralidad utilizan sistemas offline y formación docente contextualizada.
F12	García <i>et al.</i> (2020)	Nacional – Rural (Colombia)	Cuasiexperimental	Gamificación en ciencias naturales	La gamificación incrementa motivación y fortalece habilidades científicas en estudiantes rurales.
F13	Cuadros y López (2020)	Nacional – Urbano	Investigación acción	Gamificación y argumentación científica	La narrativa gamificada mejora la producción textual científica y el pensamiento crítico.
F14	Duarte y Gutiérrez (2022)	Nacional – Urbano	Cuasiexperimental	Gamificación en matemáticas	La gamificación incrementa aprendizaje activo y motivación académica.
F15	Cabrera <i>et al.</i> (2023)	Nacional – Rural	Cuasiexperimental	E-books gamificados offline	Los e-books gamificados mejoran rendimiento y motivación en contextos con baja conectividad.
F16	Moya y Díaz (2024)	Nacional – Mixto	Revisión documental	Gamificación educativa	La gamificación incrementa participación estudiantil en diferentes áreas del currículo.
F17	Poveda <i>et al.</i> (2023)	Nacional – Urbano	Comparativo	Gamificación en educación superior	Los sistemas de recompensas gamificadas aumentan engagement académico.

F18	Delgado <i>et al.</i> (2025)	Nacional – Urbano	– Cuasiexperi mental	Gamifica ción en ciencias	La gamificación mejora el rendimiento académico y la actitud hacia la ciencia.
F19	Rubiano Calderón (2025)	Nacional – Rural	– Revisión analítica	IA y equidad educativ a	La IA puede reducir brechas educativas ofreciendo tutorías personalizadas en zonas rurales.
F20	López <i>et al.</i> (2021)	Local (Córdoba) – Rural	– Investigació n-acción	Gamifica ción en ciencias naturales	La estrategia gamificada incrementó la motivación y el aprendizaje autónomo en estudiantes rurales.
F21	Ortega <i>et al.</i> (2022)	Local (Córdoba) – Rural	– Correlacion al cuantitativo	Brecha digital educativ a	La falta de conectividad y acceso a TIC afecta el rendimiento académico en ciencias naturales.

Nota. Elaboración propia a partir de los estudios seleccionados e incluidos en la revisión sistemática de la literatura.

Desde la integración de un estudio basado en la literatura, se introduce un modelo integrador que demuestra la relación entre las variables examinadas. Este modelo integra la interrelación de las tecnologías educativas, el aprendizaje individualizado y el desarrollo de la competencia en investigación científica en la educación rural. El modelo integrador captura esta interacción entre la gamificación, los libros electrónicos interactivos y la inteligencia artificial adaptativa (Figura 2).

La gamificación es una estrategia de mediación pedagógica que mejora la motivación, el compromiso y la participación activa de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje (Deterding *et al.*, 2011; Hwang & Tu, 2021). Mientras tanto, los libros electrónicos interactivos actúan como recursos tecnológicos que integran contenido multimedia, actividades de exploración y elementos visuales destinados a facilitar la comprensión de conceptos científicos y promover experiencias de aprendizaje más dinámicas (Zhang *et al.*, 2021; Çırakoğlu *et al.*, 2022). De manera similar, la inteligencia artificial adaptativa apoya la personalización del aprendizaje a través de sistemas capaces de ajustar el contenido, los niveles de dificultad y los procesos de retroalimentación según las necesidades y el rendimiento de cada estudiante (Holmes *et al.*, 2022;

Aparicio & Aparicio, 2024). La articulación de estos componentes apoya la construcción progresiva del conocimiento científico y amplía las posibilidades de aprendizaje en diversos contextos educativos.

Figura 2

Modelo integrador que explica cómo se relacionan las variables



Nota. Elaboración propia a partir de la síntesis de los hallazgos identificados en los estudios incluidos en la revisión sistemática. Diseño desde una herramienta de IA. ChatGPT (Open AI, 2025).

El modelo integrador sintetiza la interacción entre gamificación, e-books interactivos e inteligencia artificial adaptativa. La gamificación actúa como mediación pedagógica que incrementa la motivación del estudiante y promueve su participación activa en el proceso de aprendizaje. Los e-books interactivos constituyen el soporte tecnológico del aprendizaje, ya que permiten integrar contenidos multimodales, actividades de exploración y recursos visuales que favorecen la comprensión conceptual. Por su parte, la inteligencia artificial adaptativa posibilita la

personalización del proceso educativo mediante sistemas de retroalimentación ajustados al desempeño del estudiante, lo que facilita la construcción progresiva del conocimiento científico y la adaptación de las trayectorias de aprendizaje en función de las necesidades individuales.

Tendencias en la integración tecnológica para la educación científica

El análisis de los 21 estudios identificados nos permitió identificar tres tendencias generales en la aplicación de la tecnología a la enseñanza de las Ciencias Naturales. En primer lugar, está la creciente dependencia de los recursos digitales interactivos; particularmente los libros electrónicos enriquecidos con multimedia y las herramientas pedagógicas estructuradas. Los estudios de Zhang *et al.* (2021) y Çırakoğlu *et al.* (2022), a través de su combinación de simulaciones, actividades interactivas y modelos como el de Predecir-Observar-Explicar utilizando las herramientas, muestran que estos recursos fomentan una comprensión más profunda de los fenómenos científicos, reforzando el proceso educativo y el compromiso de los estudiantes (aspectos del enfoque de aprendizaje).

La segunda tendencia está ligada a la continua institucionalización de la gamificación como un enfoque didáctico para aumentar la motivación y el compromiso académico. Los estudios afirman que al añadir desafíos, recompensas y dinámicas de juego, se mejora el aprendizaje activo, la retención de contenido y la construcción de más habilidades científicas. Estas observaciones están de acuerdo con los resultados realizados por Roldán *et al.* (2024), Shao *et al.* (2025) y Betancur y Fernández (2025), quienes enfatizan el potencial de la gamificación en diferentes contextos educativos.

Una tercera tendencia se alinea con los avances en inteligencia artificial educativa y sistemas de aprendizaje adaptativo. Los estudios analizados demuestran que estas tecnologías permiten la personalización de contenido, la modificación de niveles de dificultad y la retroalimentación en función de cada estudiante. Aparicio y Aparicio (2024) y Galeas *et al.* (2025) destacan el papel de la inteligencia artificial para crear entornos de aprendizaje más flexibles y centrados en el estudiante. Pero los estudios relacionados con áreas rurales sugieren que estas innovaciones dependen del contexto tecnológico. En este sentido, Kubilay *et al.* (2024), Ganchozo

et al. (2025) y Agrawal *et al.* (2025) coinciden en la necesidad de desarrollar soluciones offline que puedan ser implementadas en entornos con conectividad limitada o inexistente.

Contribuciones al desarrollo de la indagación científica

Vale la pena señalar que la competencia de investigación es la capacidad de plantear preguntas, evaluar evidencia y formar interpretaciones basadas en análisis empíricos. Es aquí donde estas habilidades se enseñan mejor en entornos digitales, que presentan las mejores condiciones para hacerlo. En realidad, las narrativas lúdicas junto con la retroalimentación inmediata actúan como el andamiaje perfecto. Desde este apoyo ayuda al estudiante a recorrer el método científico paso a paso.

Por ejemplo, la evidencia empírica sobre estos beneficios es bastante sólida (García *et al.*, 2020; Cuadros y López, 2020; Cabrera *et al.*, 2023). Esta es la situación donde el uso estructurado de las TIC y la gamificación no solo mejora la retención de conceptos básicos. De hecho, estas herramientas ayudan a los estudiantes con sus habilidades de orden superior. Especialmente, incluyen la argumentación científica y la resolución de problemas complejos, por nombrar algunos. Lo que deja claro que, lo más valioso es que estos resultados positivos se observan incluso en escuelas de áreas rurales.

Vacíos investigativos identificados

Cabe reconocer que se encuentra una basta literatura sobre tecnología educativa. Sin embargo, esta, presenta una ruptura metodológica. Los estudios típicamente analizan el efecto de la gamificación, los libros electrónicos o la IA de manera individual o aislada, con una escasez de los tres combinados en marcos pedagógicos únicos.

Existe un claro sesgo de conectividad en la literatura científica actual. La gran mayoría de las arquitecturas adaptativas estudiadas asumen un acceso continuo a internet. Por esta razón, el diseño de una IA adaptativa offline se ha convertido en una preocupación urgente. Validar recursos que funcionen sin conexión es clave para transformar las aulas reales. Este desafío es todavía más crítico en el nivel de educación básica secundaria.

Esta falta de infraestructura afecta de forma directa a diversas comunidades educativas. Un ejemplo evidente ocurre en muchos lugares y contextos de Colombia, donde el internet es escaso o nulo. Los hallazgos de esta sección ofrecen una síntesis estrictamente empírica del corpus analizado. Toda la información se presenta de manera directa a partir de las evidencias. Debido a esto, se evitó incluir interpretaciones teóricas en este punto específico. Dicho análisis conceptual más profundo se abordará detalladamente en el próximo apartado.

Discusión

Los hallazgos de la revisión de la literatura revelaron una tendencia consistente hacia la incorporación de recursos digitales interactivos en la enseñanza de Ciencias Naturales. Los estudios de Zhang *et al.*, (2021), Çırakoğlu *et al.*, (2022) y Shao *et al.*, (2025) coinciden en que los libros electrónicos interactivos no solo aumentan la comprensión conceptual del conocimiento, sino que también profundizan la participación estudiantil y mejoran el proceso de indagación científica en el aula a través del uso de simulaciones, actividades exploratorias y contenido multimedia.

No obstante, como señalan ciertos autores, su éxito depende en gran medida de la infraestructura existente de instalaciones tecnológicas y del acceso físico a los dispositivos. Este escenario demuestra que, a pesar del desarrollo y consolidación del libro electrónico en diversas herramientas de enseñanza, aún existen limitaciones que impiden que los libros electrónicos se utilicen en escenarios con restricciones tecnológicas. Además, la mayoría de los estudios incluidos en el artículo revisado han tenido éxito en emplear la gamificación como método de mediación didáctica. Roldán *et al.* (2024), Betancur y Fernández (2025), Delgado *et al.* (2025) y García *et al.*, (2020) informan de un aumento en la motivación, el compromiso académico y la retención de contenido científico.

Los hallazgos están en línea con los de Deterding *et al.* (2011), quienes reconocen el potencial de las dinámicas de juego para extender los contextos de aprendizaje canónicos. Sin embargo, algunos autores advierten que los beneficios de la gamificación se reducen cuando las

actividades no están claramente vinculadas a objetivos pedagógicos, o cuando los aspectos lúdicos son más importantes que las habilidades científicas. Una tercera tendencia coincide con el crecimiento de la tecnología de inteligencia artificial educativa y los sistemas adaptativos para la instrucción personalizada. Aparicio y Aparicio (2024), Galeas *et al.*, (2025) y Rubiano (2025) muestran que estas tecnologías pueden hacer ajustes en el contenido, los niveles de dificultad y los procesos de retroalimentación de acuerdo con las características de un tipo particular de estudiante.

Estos resultados parecen implicar que la efectividad de las tecnologías educativas emergentes está estrechamente relacionada con las condiciones de infraestructura tecnológica disponibles en cada contexto. De hecho, varios de los estudios incluidos en la revisión estaban relacionados con esto, especialmente los de Agrawal *et al.* (2025), Ganchozo *et al.* (2025) y Kubilay *et al.* (2024), y coinciden en que la dependencia de la conectividad permanente limita el potencial de estas herramientas en entornos rurales. Por lo tanto, los autores hacen un llamado al desarrollo de soluciones offline para proporcionar las ventajas de la inteligencia artificial adaptativa, los libros electrónicos interactivos y la gamificación sin que el internet se convierta en un factor excluyente para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Como señalan informes internacionales (UNESCO, 2023; Banco Mundial, 2021) e investigaciones recientes sobre educación rural (Kubilay *et al.*, 2024; Agrawal *et al.*, 2025), la transferencia de paradigmas tecnológicos urbanos a la brecha digital de las áreas no solo es ineficaz, sino que potencialmente exacerba las desigualdades educativas existentes. Los resultados de la fragmentación de la investigación del estado del arte considerando el tema de la ruralidad, la gamificación, los libros electrónicos interactivos y la inteligencia artificial adaptativa han sido investigados principalmente de forma aislada (Luckin *et al.*, 2016) y en escenarios con acceso a la red. Para cerrar esta brecha de investigación, la síntesis interpretativa de los hallazgos permite un modelo conceptual que captura todas estas dimensiones dentro de un alcance manejable y en un entorno interpretable (Figura 3).

Figura 3

Modelo conceptual del e-book gamificado con inteligencia artificial adaptativa



Nota. Elaboración propia a partir de la síntesis conceptual derivada de los estudios incluidos en la revisión sistemática. Realizada desde una herramienta de IA. ChatGPT (OpenAI, 2025).

El esquema sugerido revela con nitidez cómo la amalgama de estos elementos forja un entorno educativo que abarca a todos. La magia de la gamificación, por un lado, enciende el motor interno de los estudiantes. Como tal, la IA está cambiando "el conocimiento y las habilidades que los estudiantes necesitan para tener éxito en una civilización global, basada en el conocimiento y enfocada en la innovación." (Deterding *et al.*, 2011, p.6). Además, la inteligencia artificial teje caminos adaptados al rendimiento individual de cada usuario. Asimismo, la arquitectura offline se adapta estrechamente a las peculiaridades estructurales del campo.

Desde esta óptica, el libro electrónico interactivo con inteligencia artificial offline trasciende la noción de un simple recurso. Esta herramienta se transforma en una brújula holística para conquistar la equidad digital.

En efecto, es crucial aceptar las restricciones que tuvo esta evaluación meticulosa. Los criterios de selección empleados pudieron infundir una notable inclinación hacia la publicidad en

los resultados. Esto se debe a que se optó por publicaciones científicas indexadas en repositorios de gran relevancia. Al hacerlo, se abandonó la conocida literatura oscura y los preciados informes del gobierno.

A este panorama se añade la vertiginosa metamorfosis de la inteligencia artificial. Es probable que haya prototipos de tecnologías offline en plena creación. Estos progresos recientes aún no han sido incluidos en el corpus académico examinado. A pesar de estas restricciones, este estudio ofrece un esqueleto teórico robusto. El estudio respalda sin reservas la creación de innovaciones tecnológicas que operen en solitario. En realidad, estas herramientas son el horizonte próximo para alcanzar la equidad en la enseñanza científica.

Conclusiones

Queda claro que, luego de haber realizado todo el proceso de búsqueda organización revisión y análisis de la literatura en noticias desde los diferentes repositorios motores y herramientas de búsqueda. Lo que confirma la influencia que tienen los diferentes textos sobre estrategias interactivas basadas en el juego y sobre todo en el gran boom de hoy en día la inteligencia artificial. No se puede desconocer que este mundo de innovaciones en el contexto educativo representa una oportunidad para mejorar los procesos de enseñanza en áreas como las Ciencias Naturales. Lo que además permite que las innumerables herramientas existentes hoy en día tengan la posibilidad de desentrañar misterios y aprendizajes de manera autónoma.

Asimismo, los alumnos formulan teorías empíricas y elaboran justificaciones sólidas para sostener sus teorías. A pesar de estos progresos, la evaluación de la literatura revela dos grandes barreras actuales. En una esquina, nos enfrentamos a un mosaico teórico y metodológico demasiado fragmentado. Por esta razón, se concuerda con Hwang y Tu (2021) al afirmar que: “Según la literatura consultada, se ha constatado que la IA está adquiriendo cada vez más influencia en la enseñanza.” (p.3).

Además, la investigación navega en un mar de conectividad clara. Las soluciones flexibles examinadas suelen requerir un acceso perpetuo a la red a través de plataformas en la nube. Este abrumador vínculo técnico anula por completo su capacidad en las zonas campestres. En consecuencia, se intensifica la segregación escolar en las zonas con menos recursos. Por ende, la siguiente fase del progreso tecnológico-pedagógico debe dirigirse hacia una visión de independencia. Los libros electrónicos interactivos con inteligencia artificial en línea no son una mera opción tecnológica. Además, “Esta breve revisión muestra que la "gamificación" ha crecido dentro de un rico entramado de tendencias y tradiciones interrelacionadas en el diseño de interacción y los juegos, y que ya existen varios conceptos potencialmente competitivos, paralelos o superpuestos.” (Deterding *et al.*, 2011, p.10). Estas herramientas son esenciales para asegurar un acceso equitativo al saber.

Por esta razón, el proyecto venidero debe evolucionar desde la teoría hacia la comprobación tangible en el campo. Diseñar, implementar y evaluar estos recursos offline en las aulas de secundaria rural es hoy una prioridad absoluta. El gran reto actual consiste en conectar los modelos pedagógicos con las soluciones tecnológicas adecuadas. Solo respondiendo a las realidades de las poblaciones desconectadas lograremos una educación científica inclusiva y contextualizada.

Conflicto de intereses

La autora de este trabajo presenta una aclaración importante sobre el artículo. Ella confirma de manera explícita su compromiso ético con toda la comunidad científica. Por lo tanto, declara que no existe ningún conflicto de intereses relacionado con esta publicación.

Participación de los autores

MACN propuso esta misma idea que desencadenó toda esta investigación. Ella se encargó de preparar el enfoque específico para la búsqueda sistemática de literatura. También llevó a cabo

un examen minucioso mediante la selección de la muestra que cumpliera con los criterios de elegibilidad. Realizó la posterior extracción de datos y el análisis temático del corpus analizado.

Referencias bibliográficas

- Braun, V., y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. In A. Lugmayr, H. Franssila, C. Safran, y I. Hammouda (Eds.), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning future media environments* (pp. 9–15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., y Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Holmes, W., Bialik, M., y Fadel, C. (2022). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning* (2nd ed.). Center for Curriculum Redesign.
- Huang, R., Ritzhaupt, A., Sommer, M., Zhu, J., Stephen, A., Valle, N., Hampton, J., y Li, J. (2020). The impact of gamification in educational settings on student learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1875–1901. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09807-z>
- Hwang, G.-J., y Tu, Y.-F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis. *Mathematics*, 9(6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Kitchenham, B., y Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (Technical Report EBSE-2007-01). Keele University y Durham University.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., y Forcier, L. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). The state of school education: One year into the COVID-19 pandemic. OECD Publishing.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C. D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education – A tool on whose terms? UNESCO Publishing.
- World Bank. (2021). Remote learning during COVID-19: Lessons from today, principles for tomorrow. World Bank Group.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>