

Implementación de Plataformas STEAM con Inteligencia Artificial para la Mitigación de Desigualdades Educativas: una Revisión Sistemática

Daniel Fernando Riaño Duarte, Isabel Jiménez Becerra

Estudiante Doctorado en Educación y Sociedad de la Universidad de La Salle (Colombia),
Directora de Tesis, Coordinadora Subsistema de Ciencia, Cibercultura y Tecnosociedad,

Doctorado en Educación y Sociedad, Universidad de La Salle (Colombia)

<https://orcid.org/0009-0006-3613-1178>, <https://orcid.org/0000-0003-4263-1970>

Abstract

This study conducts a systematic review on the implementation of STEAM learning platforms mediated by artificial intelligence (AI) and their impact on mitigating educational inequalities in highly vulnerable contexts. Based on the PICO method and the PRISMA 2020 guidelines, eight studies published between 2020 and 2025 in international and regional databases were analyzed. The results show that AI-supported STEAM platforms contribute to strengthening educational equity through learning personalization, adaptive feedback, and inclusive assessment. The most effective strategies identified include active learning, adaptive systems, learning analytics, multimodal analytics, and the use of generative AI in evaluation processes. However, ethical and structural challenges persist, particularly those related to teacher training and territorial contextualization in vulnerable settings. It is concluded that AI, when implemented with pedagogical, ethical, and technosocial intentionality, AI can function as a mechanism for cognitive justice and the for-reinforcing equity in contemporary education.

Keywords: artificial intelligence, STEAM education, educational equity, digital inclusion, active learning, learning analytics, adaptive systems, cognitive justice.

1. Introducción

Durante las últimas décadas, las tecnologías digitales se han posicionado como un pilar fundamental en los sistemas educativos y en la producción de conocimiento, dado que inciden en las formas de aprender, enseñar y participar en esta sociedad del conocimiento. Sin embargo, este avance ha evidenciado profundas brechas e inequidades educativas, tecnológicas y epistemológicas, especialmente, en contextos de alta vulnerabilidad, donde el acceso, la infraestructura y la apropiación crítica de la tecnología son muy limitados (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2020; Organización de las Naciones Unidas para la Educación [UNESCO], 2024).

En este sentido, Aoun (2017) advierte que la prosperidad social depende de una educación capaz de promover una reiniciación continua frente al cambio tecnológico, lo que evidencia un desafío para los escenarios escolares que aún no integran las tecnologías de manera equitativa y con sentido humanista. Por supuesto, estas desigualdades trascienden la simple falta de conectividad o dispositivos disponibles en las comunidades. También, se expresan en inequidades epistemológicas que determinan quién accede al conocimiento, cómo se legitima y desde qué marcos culturales se produce.

Desde esta perspectiva, Jiménez (2025) introduce el concepto de tecnosociedad como un escenario ético y político, donde la tecnología se orienta al servicio de la justicia social y cognitiva. De esta manera, se configuran comunidades de ciberderechos comprometidas con la democratización del saber y la transformación de las relaciones entre ciencia, educación y territorio (Echavarría G., Jiménez- B, Molano C., 2023). A partir de ahí, con base en la perspectiva de Quiroz y Echavarría (2012), se reconoce la necesidad de concebir la alfabetización digital no solo como competencia técnica, sino como proceso de construcción ética y crítica del sujeto tecnosocial.

En esta misma línea, Ávila y Jiménez (2025) destacan que el uso pedagógico de la Inteligencia Artificial (en adelante IA) puede fortalecer el aprendizaje en derechos humanos y generar procesos de mediación educativa que potencien la formación ciudadana y ética. A su vez, Mollick (2024) plantea que la función de la IA es ampliar su capacidad de pensar, crear y colaborar; teniendo en cuenta que su valor pedagógico reside en promover la cointeligencia, es decir, la cooperación entre humanos y máquinas en favor del bien común. Desde estas posturas, la IA puede comprenderse como una herramienta tecnosocial capaz de incidir en la equidad educativa, en la medida en que su implementación responda a las situaciones reales de los territorios y a las necesidades de los sujetos que aprenden.

Por otro lado, Santamaría y Jiménez (2025) analizan el papel de las plataformas STEAM como entornos de aprendizaje que articulan ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas. En este marco, reconocen la persistente brecha de género en la educación STEAM, relacionada con estereotipos culturales y escolares que limitan la participación de niñas y jóvenes latinoamericanas en campos científicos. De la misma manera, refuerzan la urgencia de diseñar entornos educativos inclusivos y equitativos, mediados por tecnologías emergentes que fomenten la participación, la creatividad y el pensamiento crítico; lo cual, a su vez, conduce a generar procesos formativos que integren el pensamiento humanista, técnico y creativo, donde la innovación tecnológica permite la formación ética y ciudadana (Aoun, 2017).

Sumado a lo anterior, Jiménez (2022) enfatiza la importancia de promover y crear estrategias pedagógicas contextualizadas que integren las potencialidades de la cibercultura y la tecnosociedad en la escuela. Dentro de estos escenarios emergentes, el profesorado deberá asumir un rol protagónico como mediador y diseñador de experiencias de aprendizaje críticas e inclusivas. Sin duda, esto implica comprender que la transformación digital educativa no puede solo reducirse a la adopción instrumental de herramientas tecnológicas: debe orientarse hacia la formación de sujetos científicos, críticos y emancipados, capaces de producir conocimiento desde la diversidad y la justicia cognitiva de esta sociedad.

Ante este panorama, la implementación de plataformas de aprendizaje STEAM mediadas por IA se proyecta como una vía promisoría para mitigar las desigualdades educativas y promover la equidad. No obstante, su impacto real depende de cómo se diseñan, adaptan e implementan en los territorios, así como del acompañamiento y formación docente y de las políticas de inclusión digital que las sustentan (Jiménez, 2025). Bajo estas premisas, el presente estudio se centró en sistematizar la evidencia científica sobre el uso de estas plataformas en contextos de vulnerabilidad. Para esto, se planteó una revisión sistemática desde el método *Population, Intervention, Comparison and Outcome* (PICO) que permitió estructurar las preguntas de investigación y definir los criterios de búsqueda, selección y análisis.

De manera que, el estudio planteó la pregunta por: ¿de qué manera la implementación de plataformas de aprendizaje STEAM apoyadas en IA contribuye a mitigar las desigualdades educativas en contextos de alta vulnerabilidad?, ¿qué estrategias, metodologías y componentes tecnológicos se han identificado en la literatura como efectivos en el uso de plataformas STEAM con IA para reducir las brechas de aprendizaje? Por ende, se centró en una mirada integral sobre las tendencias, enfoques y desafíos actuales en la intersección entre educación, tecnología e IA, resaltando su papel en la construcción de una educación tecnosocial más justa, inclusiva y transformadora.

2. Marco teórico: la inteligencia artificial (IA) en la educación y el aprendizaje STEM

La relación entre IA, educación y equidad requiere un marco conceptual que permita analizar las potencialidades técnicas de las plataformas STEAM y, especialmente, sus dimensiones éticas, cognitiva, culturales y pedagógicas, por su impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. A continuación, se aborda una discusión en torno a los aportes, riesgos y tensiones que surgen de la convergencia entre tecnología, justicia cognitiva y formación ciudadana. Así pues, se buscó generar un marco para comprender no solo los hallazgos de la

revisión sistemática, sino la promoción de un diálogo crítico entre la innovación tecnológica y los principios de inclusión y humanismo educativo.

2.1. De la IA tradicional a la IA generativa

El desarrollo de la Inteligencia Artificial en la Educación (IAED) ha transitado desde los sistemas tutoriales inteligentes hacia tecnologías generativas capaces de apoyar a docentes y estudiantes. Al respecto, Price & Grover (2025) describen los orígenes de las Técnicas de Inteligencia Simbólica pre-ML (ITS) y, a partir de esta reconstrucción histórica, abordan la llegada de los modelos de lenguaje. Es así como, aluden a las posibilidades de una IA de propósito general enfocada a la docencia y la educación como ChatGPT, Claude o Gemini para fortalecer la enseñanza personalizada y la gestión pedagógica cotidiana.

En consecuencia, se evidencia un desplazamiento desde una “IA estrecha” hacia capacidades de uso más amplias y flexibles en el aula. Aunque su adopción implica riesgos éticos y sociales, Price & Grover (2025) advierten que los modelos generativos pueden “reproducir sesgos de la sociedad y reflejar la cultura dominante del entorno digital del que aprenden” (p. 16). De modo que, avanzar hacia una educación personalizada representa un mecanismo de equidad, en cuanto permite superar los enfoques estandarizados y adecuar los contenidos a las necesidades particulares de cada estudiante.

Por lo anterior, la IA generativa puede funcionar como “socio de pensamiento” o gestor de tareas rutinarias que libera tiempo al docente para centrarse en la relación humana con sus estudiantes. De igual forma, la personalización debe integrar dimensiones cognitivas, socioemocionales y culturales del alumnado, en pleno reconocimiento de sus realidades y sus contextos, lo cual refuerza el papel de un profesorado que pueda acercarse a los procesos formativos de sus estudiantes.

2.2. Aprendizaje por retos en la tecnosociedad

Para Jiménez (2022) la incursión tecnológica ha transformado las dinámicas y relaciones sociales contemporáneas, al consolidar una cibercultura que se configura en la tecnosociedad. Dentro de este escenario, la escuela debe asumir la responsabilidad de formar sujetos capaces de desenvolverse críticamente en entornos digitales diversos. Por esta razón, ese hace necesario la implementación de enfoques educativos que fortalezcan la creatividad y la flexibilidad cognitiva, con el fin de impulsar la capacidad de inventar, descubrir o generar aportes socialmente valiosos mediante el uso de las TIC (Aoun, 2017).

En relación con lo anterior, enfoques como el aprendizaje basado en retos articula problemas auténticos, la colaboración y el uso significativo de las tecnologías. Igualmente, en el marco de la ecología del aprendizaje y la educomunicación los modelos didácticos tecnosociales integran la investigación, la práctica y la innovación pedagógica para educar en y para la ciudadanía digital (Jiménez, 2022, 2025).

2.3. Inclusión digital y población vulnerable en América Latina

Durante los últimos años, el informe del Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (Herrera et al., 2025) advierte que, pese a algunos avances, persisten desigualdades significativas en la región. Mientras que la conectividad móvil alcanza el 96 %, el acceso a internet fijo de alta velocidad es de 17,2 %, situación que limita de manera directa el aprovechamiento pleno de la digitalización. Con lo cual, la inclusión digital se concibe como la posibilidad de participar plenamente en el mundo digital, garantizando la protección de los derechos y reduciendo riesgos en sociedades cada vez más digitalizadas.

A partir de ahí, el CEPAL propone avanzar hacia la “conectividad significativa”, combinando acceso, calidad y desarrollo de competencias digitales integrales (Herrera et al., 2025). Entretanto, enfatiza que la formación de competencias digitales exige procesos educativos intencionados, en los que la escuela asuma un papel central en la promoción de

habilidades técnicas, cognitivas, socioemocionales, y éticas para un uso crítico y responsable de la tecnología desde edades tempranas.

2.4. Convergencias: IA, aprendizaje por retos e inclusión digital

La convergencia entre la IA, el aprendizaje por retos y la inclusión digital se configura una orientación hacia una educación humanista e innovadora. Desde esta visión, la IA debe ampliar la capacidad de los docentes y atender la diversidad de los estudiantes mediante una enseñanza personalizada y equitativa (Price & Grover, 2025). Por su parte, la escuela del futuro ha de incorporar modelos didácticos mediados por el uso de la tecnología que potencien la creatividad, la reflexión crítica y la acción ciudadana (Jiménez, 2022). Además, el desarrollo de competencias digitales inclusivas pues constituye una condición indispensable para que los avances tecnológicos beneficien de manera efectiva a toda la población (Herrera et al., 2025).

3. Metodología

El presente estudio corresponde a una revisión sistemática de la literatura orientada por el método PICO que permitió estructurar las preguntas de investigación y definir los criterios de búsqueda, selección y análisis. Bajo esta perspectiva, la *población (P)* se refiere a estudiantes en contextos de alta vulnerabilidad; la *intervención (I)* corresponde al uso de plataformas de aprendizaje STEAM mediadas por IA; la *comparación (C)* considera experiencias de educación tradicional o sin mediación tecnológica; y, finalmente, el *resultado (O)* alude a la reducción de brechas educativas y la promoción de la equidad en el aprendizaje.

Este enfoque metodológico se complementó con la guía PRISMA (Page et al., 2021) (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) donde se definen las fases de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión para asegurar la transparencia, trazabilidad y reproducibilidad del proceso. De esta manera, la integración de ambos métodos permitió alinear las preguntas de investigación con un procedimiento sistemático de búsqueda, selección y análisis riguroso de la evidencia científica publicada entre los años 2020 y 2025.

3.1. Enfoque metodológico

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo-descriptivo, con un análisis cualitativo de contenido, orientado a caracterizar las tendencias de investigación más recientes sobre el uso de la IA en entornos STEAM con enfoque en la equidad educativa (Jiménez, 2024). El componente cuantitativo permitió identificar la frecuencia, distribución y evolución temporal de los estudios; en tanto que el análisis cualitativo favoreció la comprensión de los enfoques pedagógicos, teóricos y éticos asociados a los fenómenos investigados. De modo que, la unión de ambos enfoques posibilitó una mirada integral, en coherencia con los elementos definidos a través del método PICO y con los objetivos generales del estudio.

3.2. Fuentes de información

La búsqueda bibliográfica se realizó en siete bases de datos de alta visibilidad: Scopus, Web of Science (WoS), Redalyc, SciELO, Semantic Scholar, Google Académico y Latindex. La selección de estas fuentes respondió a su relevancia internacional y regional, así como a su capacidad para ofrecer filtros avanzados por idioma, año de publicación y tipo de documento. En términos de los filtros de búsqueda se definieron a partir de las dimensiones del método PICO, articulando palabras clave relacionadas con la población, intervención, comparación y resultado. Para garantizar la inclusión de estudios recientes y relevantes, la actualización del corpus se efectuó el 30 de agosto de 2025.

Adicionalmente, se revisaron repositorios institucionales para incorporar investigaciones no indexadas que aportaran perspectivas locales sobre el uso de IA educativa en contextos de vulnerabilidad.

3.3. Estrategia de búsqueda

Bajo el objetivo de recuperar documentos pertinentes y de alta calidad, se diseñaron ecuaciones de búsqueda en inglés y español a partir de los componentes del método PICO. Las búsquedas se organizaron en dos ejes temáticos: a) plataformas STEAM + inteligencia artificial + equidad educativa; b) aprendizaje por retos/proyectos + vulnerabilidad social. También, se consideró una ventana de tiempo entre los años 2020 a 2025, e incluyó publicaciones en inglés y español que cumplieran con los criterios de inclusión y calidad metodológica definidos. Por otro lado, se aplicaron operadores booleanos y de proximidad según las características de cada base de datos. Un ejemplo representativo de la búsqueda avanzada en Scopus fue el siguiente:

TITLE-ABS-KEY (("STEAM education" OR "STEM education") AND ("artificial intelligence" OR "learning analytics" OR "adaptive learning") AND ("educational inequality" OR "vulnerable contexts" OR "inclusive education"))

Frente a los criterios de selección se establecieron en función de los elementos del método PICO, para asegurar la coherencia entre los objetivos del estudio y la pertinencia de las fuentes revisadas (Jiménez, 2024). En virtud de ello, se establecieron como criterios de inclusión: 1) estudios empíricos o teóricos con aplicación educativa, 2) investigaciones que integraran plataformas o estrategias STEAM mediadas por IA, 3) experiencias implementadas en contextos vulnerables o centradas en equidad y publicaciones revisadas por pares o tesis académicas de acceso abierto o en bases de datos con acceso.

A propósito de los criterios de exclusión se abarcaron: 1) documentos que no abordaran la IA en contextos educativos, 2) estudios sin evidencia empírica o con escasa descripción metodológica, 3) trabajos limitados a aspectos técnicos sin implicaciones pedagógicas, 4) registros duplicados o con información insuficiente para el análisis. Desde luego, la aplicación de estos criterios permitió garantizar la selección de investigaciones rigurosas y pertinentes, alineadas con las dimensiones *población, intervención y resultado* del modelo PICO.

3.5. Proceso de selección

El proceso de selección siguió las etapas establecidas por PRISMA estructuradas en cuatro fases, a saber: a) identificación, la búsqueda inicial arrojó 359 registros; eliminación de duplicados, se descartaron 42 documentos repetidos, quedando 317 únicos; cribado, tras la lectura de títulos, resúmenes y palabras clave, se seleccionaron 80 artículos potencialmente elegibles; y, elegibilidad e inclusión, después de la lectura, se incorporaron 8 estudios que cumplieran todos los criterios establecidos. El proceso completo se representó mediante un diagrama de flujo PRISMA, el cual permitió documentar, de forma transparente, las decisiones de inclusión y exclusión (Figura 1).

Figura 1. Fases del proceso PRISMA.

Fuente: elaboración propia.

3.6. Extracción y análisis de datos

La información seleccionada se sistematizó en una matriz de análisis elaborada en Microsoft Excel que incluyó las siguientes variables: identificación (autor, año, país y fuente), tipo de estudio (metaanálisis, RCT, cuasi-experimental, mixto o conceptual), intervención o modelo de IA aplicado, principales resultados (rendimiento, motivación, *engagement*, autoeficacia) e implicaciones para la equidad educativa y la reducción de brechas. Con esta herramienta se efectuó una codificación temática procedente de los objetivos del estudio y de los componentes del método PICO.

A partir de este procesamiento, se agruparon los hallazgos dentro de seis categorías principales relacionadas con: 1. Aprendizaje activo, 2. Analítica de aprendizaje, 3. Sistemas adaptativos, 4. Analítica multimodal, 5. IA generativa aplicada a la evaluación y *knowledge tracing* con IA generativa.

3.7. Control de sesgo

Para garantizar la rigurosidad y confiabilidad del proceso, se aplicó un sistema de doble revisión independiente de los textos seleccionados. Las discrepancias entre revisores se resolvieron por consenso, verificando así la correspondencia literal de cada fragmento incorporado a la matriz. Adicionalmente, se utilizaron herramientas de gestión bibliográfica (Zotero) y hojas de cálculo dinámicas para controlar duplicados y asegurar la trazabilidad de los registros. De esta forma, se logró minimizar los sesgos de interpretación y fortalecer la validez interna de la revisión.

3.8. Consideraciones éticas

Es importante tener en cuenta que la información analizada proviene de fuentes públicas y revisadas por pares, por lo cual no se requirió aprobación ética institucional. Sin embargo, se observaron los principios de transparencia, integridad académica y citación íntegra de todas las fuentes empleadas, en conformidad con las normas APA, 7.^a edición. Asimismo, se garantizó que todo el material utilizado en la síntesis derivara directamente de los textos originales, evitando interpretaciones o inferencias no sustentadas.

4. Resultados

El proceso de revisión permitió identificar un conjunto de ocho estudios que abordan el impacto de las plataformas STEAM mediadas por IA y metodologías activas, en la reducción de brechas educativas y el fortalecimiento de la equidad en contextos vulnerables o de diversidad académica. Los documentos seleccionados se caracterizan por mezclar herramientas de IA en distintos niveles del proceso educativo, desde el diagnóstico temprano hasta la personalización del aprendizaje. Igualmente, por utilizar metodologías de aprendizaje activo, analítica educativa, intervención adaptativa y evaluación automatizada.

A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos a partir del análisis temático y descriptivo, cuya síntesis se expone en la Tabla 1.

Tabla 1. Estudios incluidos en la revisión sistemática PRISMA sobre plataformas STEAM mediadas por IA y equidad educativa (2020–2025).

Autor(es) y año de publicación	Tipo de estudio	Área principal	Revista o fuente
Theobald et al. (2020)	Metaanálisis (IPD)	Aprendizaje activo y equidad en STEM	Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)
Bernacki et al. (2020)	Cuasi-experimental	Analítica de aprendizaje y predicción temprana	Computers & Education
Lee et al. (2023)	Cuasi-experimental (K-12)	Sistema adaptativo PETIS – IA de precisión en STEM	International Journal of STEM Education
Wu et al. (2024)	Experimental	Sistema RASEDS – visión por computador y engagement	International Journal of Educational Technology in Higher Education
Lin et al. (2024)	Cuasi-experimental	Analítica multimodal (imagen + voz) en aprendizaje colaborativo	Education and Information Technologies
Wu et al. (2024)	Ensayo controlado aleatorizado (RCT)	IA generativa – coevaluación con ChatGPT (PA-GPT)	Journal of Computer Assisted Learning
Kuo et al. (2025)	Experimental	IA generativa + Deep Knowledge Tracing (DKT)	IEEE Access
Ávila y Jiménez (2025)	Revisión sistemática / bibliométrica	IA responsable y diseño ético para equidad educativa	Science of Law

Fuente: elaboración propia.

4.1. Caracterización general de los estudios

Los estudios revisados se agrupan dentro de una ventana temporal comprendida entre 2020 y 2025, periodo en el que se observó un crecimiento sostenido durante los últimos tres años, lo que confirma el interés creciente por la IA educativa aplicada al enfoque STEAM. Ahora bien, los artículos analizados provienen de revistas de alto impacto en educación y tecnología como *PNAS*, *Computers & Education*, *International Journal of STEM Education*, *Education and Information Technologies*, *Journal of Computer Assisted Learning*, *IEEE Access* y *Science of Law*.

En términos de diseños metodológicos, se identificaron tres metaanálisis o revisiones sistemáticas, dos ensayos controlados aleatorizados (RCT), tres estudios cuasi-experimentales

y un estudio conceptual con análisis bibliométrico (Jiménez, 2024). Esta diversidad metodológica permitió observar tendencias tanto cuantitativas como cualitativas en el uso de la IA para promover aprendizajes equitativos.

4.2. Tendencias en el uso de IA en entornos STEAM

Los resultados de la Tabla 1 muestran una convergencia consistente entre las estrategias de aprendizaje activo, la integración de la IA generativa y las prácticas de evaluación inclusiva. En particular, las intervenciones más efectivas fueron aquellas que articularon metodologías STEAM con herramientas inteligentes capaces de ofrecer retroalimentación adaptativa y personalización del aprendizaje. De modo que, la unión entre tecnología y pedagogía evidencia que la IA, más que una herramienta instrumental, actúa como un mediador tecnosocial que transforma la cultura escolar al integrar dimensiones cognitivas, emocionales y éticas del aprendizaje (Aoun, 2017; Jiménez, 2025).

Sobre la base de estos hallazgos, se identificaron seis categorías emergentes que orientan la comprensión de la relación IA y educación: el aprendizaje activo y la equidad en STEM, la analítica de aprendizaje y la predicción temprana, los sistemas adaptativos y el aprendizaje de precisión, la analítica multimodal, la IA generativa aplicada a la evaluación y coevaluación, y el *knowledge tracing* con IA generativa para poblaciones subrepresentadas. Cada categoría refleja un tránsito desde el uso instrumental de la IA hacia enfoques centrados en el estudiante, la equidad y la justicia cognitiva. Por ello, en sintonía con lo planteado por Quiroz y Echavarría (2012), la formación política configura una postura crítica que, bajo los ideales de vida buena, implica reconsiderar y redistribuir de manera justa los bienes democráticos de la sociedad.

De igual manera, las innovaciones mediadas por IA solo adquieren sentido cuando fortalecen la autonomía, la conciencia ética y la participación crítica de los aprendices. A continuación, se analizan una a una estas categorías, con el propósito de comprender sus aportes concretos a la equidad educativa y a la construcción de una educación tecnosocial más inclusiva y transformadora.

4.2.1. Aprendizaje activo y equidad en STEM

Con el metaanálisis de Theobald et al. (2020) se evidenció que la implementación de metodologías de aprendizaje activo en cursos STEM reduce significativamente las brechas de logro y aprobación entre estudiantes de alto y bajo rendimiento. Según sus resultados, las diferencias en calificaciones de exámenes disminuyeron un 33 %, y las tasas de aprobación un 45 %, en comparación con la enseñanza tradicional. Estos hallazgos constituyen una evidencia sólida de que el aprendizaje activo mediado por tecnología puede actuar como un mecanismo eficaz para promover la inclusión y la permanencia de estudiantes con desventajas previas. De igual manera, estudios recientes resaltan que este enfoque fomenta la autorregulación, la cooperación y la participación equitativa, como factores claves para construir entornos de aprendizaje más democráticos y accesibles (Jiménez, 2025).

4.2.2. Analítica de aprendizaje y predicción temprana

El estudio de Bernacki et al. (2020) empleó modelos predictivos basados en el comportamiento de los estudiantes dentro de plataformas LMS, y demostró que las intervenciones dirigidas a quienes se encuentran en riesgo mejoran de manera significativa sus resultados académicos. Se trata de un modelo que permitió detectar patrones de abandono y bajo rendimiento, a partir de una retroalimentación personalizada que se tradujo en mejores calificaciones y mayor retención estudiantil. Con base en estos hallazgos, se confirma que la analítica de aprendizaje puede aportar a cerrar brechas cuando se combina con acciones pedagógicas centradas en la equidad. En por ello que, el uso ético y contextualizado de los datos permite identificar tempranamente las necesidades del alumnado, al favorecer una enseñanza más inclusiva y proactiva.

4.2.3. Sistemas adaptativos y aprendizaje de precisión

Tres de los estudios revisados (Kuo et al., 2025; Lee et al., 2023; Wu et al., 2023) se enfocaron en el desarrollo de sistemas adaptativos apoyados en IA. En primer lugar, Lee et al. (2023) presentaron el sistema PETIS, diseñado para ofrecer intervenciones oportunas y personalizadas según el progreso del estudiante, lo que generó mejoras notables en habilidades de programación, autoeficacia y actitudes hacia el aprendizaje. Por su parte, Wu et al. (2023) desarrollaron el modelo RASEDS que integra visión por computadora y el marco cognitivo ICAP para monitorear el nivel de compromiso, con lo cual se alcanzaron aumentos en motivación y desempeño académico.

Finalmente, Kuo et al. (2025) propusieron un enfoque basado en IA generativa para crear datos sintéticos que optimizan modelos de *Deep Knowledge Tracing* (DKT) en universidades históricamente afroamericanas (HBCUs). Este enfoque mejoró la precisión predictiva (AUC +5 p.p.) y la exactitud global (+3 p.p.), demostrando que la IA puede reducir desigualdades de datos en instituciones con recursos limitados. Siendo así, el conjunto de estos estudios evidencian que los sistemas adaptativos fortalecen el aprendizaje de precisión y promueven la equidad mediante la personalización y la retroalimentación continua.

4.2.4. Analítica multimodal

El trabajo de Lin et al. (2024) abordó la analítica multimodal mediante la integración de imagen, voz y texto en sistemas de tutoría asistidos por IA. De acuerdo con los resultados, el estudio evidenció que los grupos que utilizaron apoyo multimodal alcanzaron mayores niveles de motivación, participación y rendimiento que aquellos que usaron sistemas unimodales. Por consiguiente, la evidencia refuerza la importancia de incorporar múltiples canales sensoriales y de retroalimentación en el diseño de plataformas inclusivas. Además, la multimodalidad, más allá de mejorar la interacción, permite reconocer distintos estilos de aprendizaje, desde una educación más accesible, sensible a la diversidad y centrada en el sujeto.

4.2.5. IA generativa aplicada a la evaluación y coevaluación

El estudio de Wu et al. (2024) implementó la plataforma PA-GPT, una herramienta de coevaluación basada en ChatGPT integrada en actividades STEM. El ensayo controlado aleatorizado (RCT) demostró que los estudiantes que utilizaron PA-GPT obtuvieron mejores resultados en conocimiento conceptual, habilidades de pensamiento de orden superior (*HOTS*) y actitudes positivas hacia la evaluación, en comparación con quienes usaron ChatGPT de forma convencional. A la luz de esta perspectiva, se confirma que la IA generativa, cuando se orienta a fines pedagógicos y cuenta con supervisión docente, puede promover procesos de evaluación más equitativos y participativos, al fortalecer la metacognición y contribuir a una mayor justicia evaluativa en el aula.

4.2.6. IA ética y diseño inclusivo

El estudio de Ávila y Jiménez (2025) aplicó una revisión bibliométrica bajo el método PRISMA en el contexto policial, centrada en la formación en derechos humanos mediada por IA. Aunque su campo disciplinar difiere del educativo, su aporte resulta relevante al incorporar principios de ética, explicabilidad y justicia algorítmica, indispensables para el diseño de plataformas STEAM responsables. En virtud de ello, se refuerza la necesidad de desarrollar herramientas basadas en IA que integren la equidad, la transparencia y la rendición de cuentas como ejes estructurales, con el fin de evitar la reproducción de sesgos y fortalecer una ciudadanía digital crítica.

Con base en los resultados de la revisión sistemática se confirman que las plataformas STEAM mediadas por IA ofrecen un potencial significativo para reducir brechas educativas mediante estrategias que combinan aprendizaje activo, analítica predictiva, sistemas

adaptativos, retroalimentación multimodal, evaluación generativa y diseño ético. Cuando estas tecnologías se implementan desde un enfoque humanista y contextualizado, promueven la equidad, la participación y la justicia cognitiva. No obstante, persisten desafíos relacionados con la transparencia algorítmica, la disponibilidad de datos y la adaptación de los modelos a contextos vulnerables.

Ante este panorama, resulta indispensable continuar fortaleciendo la investigación interdisciplinaria y la formación docente, orientando la IA educativa hacia una práctica ética, inclusiva y transformadora. De modo que, estos planteamientos encuentran respaldo en la evidencia empírica recopilada en la Tabla 2, que resume los principales estudios sobre plataformas STEAM mediadas por IA en los últimos cinco años. A través de esta sistematización, se observa cómo los enfoques centrados en la analítica de aprendizaje y la adaptabilidad tecnológica contribuyen de manera directa a reducir las brechas educativas

Tabla 2. Caracterización general de los estudios incluidos (2020–2025).

Autor / Año	Tipo de estudio	Intervención o modelo de IA	Principales resultados	Implicación en la equidad educativa
Theobald et al. (2020)	Metaanálisis IPD en educación STEM	Metodologías de aprendizaje activo en cursos STEM universitarios	Reducción del 33 % en brechas de logro y 45 % en brechas de aprobación frente a enseñanza tradicional.	Evidencia sólida de que el aprendizaje activo reduce desigualdades académicas y mejora la inclusión en disciplinas STEM.
Bernacki et al. (2020)	Cuasi-experimental con analítica de aprendizaje	Modelo predictivo en LMS para detección temprana y retroalimentación personalizada	Los estudiantes con apoyo adaptativo mejoraron su rendimiento y tasa de aprobación frente a los no intervenidos.	La analítica de aprendizaje permite cerrar brechas de rendimiento mediante intervenciones oportunas.
Lee et al. (2023)	Cuasi-experimental (K-12)	Sistema adaptativo PETIS (<i>Precision Timely Intervention System</i>)	Incremento en autoeficacia, habilidades de programación y actitudes positivas hacia STEM.	Demuestra que la intervención personalizada con IA fomenta aprendizajes equitativos en estudiantes escolares.
Wu et al. (2023)	Experimental (IA + visión por computador)	Modelo RASEDS (Real-time Adaptive System for Engagement Detection in STEM)	Mejora en motivación, engagement y rendimiento académico.	Los sistemas adaptativos incrementan la participación y reducen brechas motivacionales.
Lin et al. (2024)	Cuasi-experimental	Sistema de analítica multimodal (imagen + voz) en aprendizaje colaborativo	Grupos multimodales obtuvieron mejor desempeño y motivación que los unimodales.	La integración multimodal favorece entornos inclusivos y participación equitativa.

Wu et al. (2024)	Ensayo controlado aleatorizado (RCT)	Plataforma PA-GPT (coevaluación apoyada por ChatGPT)	Mejora significativa en conocimiento conceptual, HOTS y actitudes hacia la evaluación.	La IA generativa puede promover evaluaciones más justas y participativas.
Kuo et al. (2025)	Experimental (IA generativa + DKT)	Generación de datos sintéticos para Deep Knowledge Tracing	Incremento de 5 p.p. en AUC y 3 p.p. en accuracy, optimizando modelos predictivos en HBCUs.	Muestra que la IA puede reducir desigualdades de datos en instituciones con recursos limitados.
Ávila y Jiménez (2025)	Revisión sistemática y bibliométrica	Aplicación de IA responsable en formación en derechos humanos (contexto policial)	Identifica principios de ética, explicabilidad y justicia algorítmica en IA educativa.	Promueve el diseño de plataformas IA éticas e inclusivas, relevantes para equidad educativa.

Fuente: elaboración propia.

Desde esta información se observa una tendencia creciente hacia la adopción de plataformas STEAM mediadas por IA en contextos educativos diversos. En esta dirección, los estudios con mayor impacto en la equidad educativa son aquellos que integran analítica de aprendizaje y sistemas adaptativos con un enfoque centrado en el estudiante. Así pues, se confirma la personalización del aprendizaje, cuando se implementa bajo criterios éticos y pedagógicos, actúa como un “igualador transformador” (Price & Grover, 2025) que favorece la inclusión. Igualmente, los resultados coinciden con lo señalado por Mollick (2024), quien advierte que la IA adquiere verdadero valor cuando potencia la creatividad humana y la capacidad docente de interpretar los datos en función del contexto.

En síntesis, los hallazgos consolidan la evidencia de que la IA cuando se articula con pedagogías activas y principios éticos, puede convertirse en un agente de transformación educativa. De esta manera, se evidencia un cambio estructural en la manera en que se concibe la equidad: ya no como compensación, sino como participación plena en experiencias de aprendizaje significativas y contextualizadas. Sin embargo, este potencial solo puede materializarse si las instituciones educativas y las políticas públicas asumen la responsabilidad de garantizar la transparencia, la accesibilidad tecnológica y la formación docente continua. Siendo así, la IA educativa deja de ser un recurso instrumental para convertirse en un medio ético de justicia cognitiva y democratización del conocimiento.

5. Discusión

Los resultados de esta revisión sistemática confirmaron que la implementación de plataformas de aprendizaje STEAM mediadas por IA constituye una alternativa pedagógica de alto potencial para reducir desigualdades educativas, así como fortalecer la equidad en contextos de vulnerabilidad. En consonancia con investigaciones previas (Bernacki et al., 2020; Lee et al., 2023; Theobald et al., 2020) evidencia que la IA educativa actúa como un mecanismo de equidad al posibilitar procesos de personalización, retroalimentación adaptativa y diagnóstico temprano del rendimiento estudiantil. En este sentido, estas funciones permiten atender la diversidad del aula y ofrecer apoyos diferenciados, especialmente, en entornos donde

9108

Ahora bien, al considerar la pregunta sobre ¿de qué manera las plataformas STEAM apoyadas en IA contribuyen a mitigar las desigualdades educativas en contextos vulnerables?, los estudios revisados muestran que la IA ejerce un efecto potenciador cuando se integra con fines pedagógicos e inclusivos. De manera complementaria, estas plataformas permiten ajustar el ritmo y la profundidad del aprendizaje a las necesidades y capacidades individuales, lo que incrementa la motivación y favoreciendo la permanencia escolar. Al respecto, el estudio de Wu et al. (2023) demostró que sistemas como *RASEDS*, basados en visión por computadora y el marco ICAP, miden automáticamente el grado de compromiso y autoeficacia de los estudiantes fortaleciendo la autonomía y la confianza en la resolución de problemas.

Con fundamentos en los resultados de los estudios, se refuerza la idea de que la IA no sustituye la labor docente, sino que amplía las posibilidades de acompañamiento personalizado, un aspecto crucial en contextos de alta vulnerabilidad. Es así como, Lin et al. (2024) evidencian que las intervenciones docentes sustentadas en analítica multimodal que integran reconocimiento de imagen y voz mejoran la precisión del diagnóstico de dificultades de aprendizaje y aumentan la motivación estudiantil. Desde esta perspectiva, se concluye que el análisis multimodal permite una comprensión más profunda de las necesidades individuales y colectivas, consolidando la equidad en entornos colaborativos STEAM.

Por su parte, Wu et al. (2025) señalan que los modelos *Peer Assessment with ChatGPT (PA-GPT)* fortalecen la participación y el pensamiento crítico mediante procesos de coevaluación mediada por IA. En consecuencia, se fomenta la autorregulación y la reflexión, al ofrecer una retroalimentación inmediata y personalizada que contribuye a la justicia evaluativa y a la reducción del rezago académico. Además, Kuo et al. (2025) destacan que las técnicas de IA generativa permiten generar datos sintéticos confiables para predecir el rendimiento en instituciones con poblaciones subrepresentadas, posibilitando intervenciones tempranas y equitativas. Particularmente, este enfoque adquiere relevancia en contextos donde los vacíos de información y los sesgos estructurales limitan la equidad educativa.

En general, la IA favorece la atención personalizada, el acompañamiento emocional y la autorregulación del aprendizaje, factores decisivos para reducir el abandono y el rezago académico. No obstante, su efectividad depende de la mediación docente y del contexto institucional: sin guía pedagógica ni infraestructura básica, el potencial equitativo de la IA se ve considerablemente restringido. Bajo esta perspectiva, Jiménez (2025) sostiene que la educación tecnosocial exige un uso ético y contextualizado de la tecnología, donde la IA amplía las capacidades del profesorado para generar entornos inclusivos y culturalmente pertinentes.

Por otro lado, frente a la segunda pregunta ¿qué estrategias, metodologías y componentes tecnológicos resultan más efectivos en el uso de plataformas STEAM con IA para reducir las brechas de aprendizaje?, los resultados identifican seis estrategias clave: aprendizaje activo, aprendizaje por retos o proyectos, sistemas adaptativos, analítica de aprendizaje, analítica multimodal e IA generativa aplicada a la evaluación. De ahí que, las estrategias de aprendizaje activo y basado en retos fortalecen la participación y el compromiso estudiantil al promover la resolución colaborativa de problemas contextualizados. También, los sistemas adaptativos y la analítica predictiva permiten anticipar dificultades de desempeño y ofrecer apoyos individualizados, como un medio para reforzar la equidad cognitiva.

A su vez, la analítica multimodal y la IA generativa introducen innovaciones en la retroalimentación y evaluación, mediante interacciones multimodales (voz, texto, imagen) y coevaluación entre pares. Por eso, modelos como *PA-GPT* (Wu et al., 2024) y *RASEDS* (Wu et al., 2023) han demostrado una mejora continua en la comprensión y el desempeño académico gracias a la retroalimentación inmediata y contextualizada. Finalmente, Ávila y Jiménez (2025) advierten que la equidad educativa solo puede sostenerse si los algoritmos son explicables, responsables y culturalmente situados. Entonces, la IA debe concebirse como mediadora social y cognitiva, capaz de promover la creación colectiva del conocimiento y la redistribución justa de oportunidades educativas.

6. Conclusiones

Inicialmente, con base en los hallazgos de esta revisión es posible concluir que las plataformas STEAM mediadas por IA constituyen una alternativa pedagógica de alto potencial para mitigar desigualdades educativas y fortalecer la equidad en contextos de vulnerabilidad. La evidencia muestra que la IA puede actuar como un soporte cognitivo, social y ético, al facilitar procesos de personalización, diagnóstico temprano y acompañamiento adaptativo que mejoran la permanencia y el rendimiento académico. Aunado a ello, los estudios revisados confirman que las plataformas basadas en IA ajustan el ritmo y la profundidad del aprendizaje según las características individuales, al generar entornos más inclusivos y colaborativos.

Asimismo, Wu et al. (2024) y Kuo et al. (2025) subrayan el potencial de la IA generativa y del *Deep Knowledge Tracing* para generar datos sintéticos fiables y monitorear el progreso estudiantil, especialmente en contextos con limitaciones de recursos. A partir de ahí, se concluye que estas tecnologías permiten anticipar trayectorias de aprendizaje y diseñar intervenciones oportunas que reducen el rezago académico y amplían las oportunidades de éxito escolar. De manera transversal, Ávila y Jiménez (2025) destacan que la eficacia de estas tecnologías depende de su alineación con principios éticos y tecnosociales, donde la IA la amplía las capacidades pedagógicas del profesorado promueve prácticas más inclusivas y fortalece la formación humanista.

En esta misma línea, estudios previos (Bernacki et al., 2020; Lee et al., 2023; Theobald et al., 2020) confirman que los entornos de aprendizaje mediados por IA potencian el compromiso y la creatividad cuando están sustentados en marcos pedagógicos intencionados. De modo que, las estrategias identificadas evidencian que la interacción entre tecnología, mediación docente y reflexión pedagógica es determinante para alcanzar la equidad educativa. No obstante, junto a ello, se lograron reconocer algunos desafíos estructurales relacionados con:

1. Un desbalance geográfico dado el predominio de estudios en Asia, Norteamérica y Europa, y la escasa evidencia en América Latina y el Caribe.
2. La falta de estudios longitudinales que limiten la comprensión del impacto sostenido de la IA en la equidad educativa.
3. Una formación docente insuficiente, dado que el potencial de la IA se materializa solo cuando los docentes poseen competencias digitales, éticas y tecno pedagógicas adecuadas.

Por último, desde la dimensión ética implícita en este estudio, la literatura enfatiza la transparencia, la no discriminación y el control humano como condiciones necesarias para evitar sesgos algorítmicos y garantizar una IA educativa justa y confiable. Dentro de este marco, la educación tecnosocial (Jiménez, 2025) propone una tecnología situada, orientada al bien común y la justicia cognitiva. As pues, las plataformas STEAM mediadas por IA impactan positivamente en la reducción de desigualdades educativas, si su aplicación es de principios pedagógicos, éticos y contextuales.

En conclusión, la equidad educativa mediada por IA depende tanto del diseño tecnológico como de las condiciones sociales, políticas y formativas que permitan su aplicación significativa. Por ello, las políticas públicas de conectividad, la inversión en infraestructura y la formación docente continua son factores decisivos para una educación tecnosocial inclusiva, ética y transformadora; teniendo en cuenta que las plataformas STEAM mediadas por IA son una oportunidad estratégica para avanzar hacia un paradigma educativo centrado en la justicia cognitiva y el derecho universal al aprendizaje. Es así como, la articulación entre innovación tecnológica, mediación pedagógica y responsabilidad ética permite vislumbrar una educación en la que la tecnología sirva al desarrollo humano con perspectiva sostenible y humanista.

Referencias

- Aoun, J. (2017). *Robot-Proof: Higher Education in the Age of Artificial Intelligence*. The MIT Press.
- Ávila, H., & Jiménez, I. (2025). Effect of Using an Artificial Intelligence Prototype to Enhance Human Rights Learning in the National Police of Colombia: A Bibliometric Study. *Science of Law*, 104–112. <https://doi.org/10.55284/8yb5q965>
- Bernacki, L., Chavez, M., & Uesbeck, P. (2020). Predicting achievement and providing support before STEM majors begin to fail. *Computers & Education*, 158, 103999. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103999>
- Echavarría G., Jiménez- B, Molano C (2023) Espirales de reflexividad crítica y propositiva para escribir la educación media de Bogotá. Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico IDEP. ISBN: 978-628-7535-66-4. <https://repositorio.idep.edu.co/handle/001/2612>
- Herrera, D., Huepe, M., & Trucco, D. (2025). *Educación y desarrollo de competencias digitales en América Latina y el Caribe*.
- Jiménez, I. (2022). Cibercultura y tecno sociedad: tendencias, retos y desafíos de investigación alternativos para consolidar ciudadanías posibles. *Sociología y Tecnociencia*, 12(2), 1–19. <https://doi.org/10.24197/st.2.2022.1-19>
- Jiménez, I. (2024). *Metodología para la investigación: triángulos para su construcción*. Ediciones de la U.
- Jiménez, I. (2025). Tecnosociedad y Ciberderechos: desafíos ético-políticos en la Comunidad Mixta de Investigación, Formación e Innovación. *REIDICS. Revista de Investigación En Didáctica de Las Ciencias Sociales*, 17, 9–23. <https://doi.org/10.17398/2531-0968.17.9>
- Kuo, M., Li, X., Obiomon, P., Qian, L., & Dong, X. (2025). Improving Student Learning Outcome Tracing at HBCUs Using Tabular Generative AI and Deep Knowledge Tracing. *IEEE Access*, 13, 82407–82420. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3568171>
- Lee, H., Lin, C., Wang, W., Chang, W., & Huang, Y. (2023). Precision education via timely intervention in K-12 computer programming course to enhance programming skill and affective-domain learning objectives. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00444-5>
- Lin, C.-J., Wang, W.-S., Lee, H.-Y., Huang, Y.-M., & Wu, T.-T. (2024). Recognitions of image and speech to improve learning diagnosis on STEM collaborative activity for precision education. *Education and Information Technologies*, 29(11), 13859–13884. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12426-9>
- Mollick, E. (2024). *Cointeligencia: vivir y trabajar con la IA*. Editorial Conecta.
- OCDE. (2020). *Perspectivas económicas de América Latina 2020. Transformación digital para una mejor reconstrucción*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/f2fdced2-es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la C. y la C. [UNESCO]. (2024). *Global education monitoring report, 2024/5, Leadership in education: lead for learning*. <https://doi.org/10.54676/EFLH5184>

- Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hróbjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLOS Medicine*, 18(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>
- Price, J., & Grover, S. (2025). *Generative AI in STEM Teaching: Opportunities and Tradeoffs*. Education Development Center, Inc.
- Quiroz, P., & Echavarría, C. (2012). La formación política, ética y ciudadana: un asunto de todos. *Actualidades Pedagógicas*, 60, 171–191. <https://ap.lasalle.edu.co/article/view/308>
- Santamaría, A., & Jiménez, I. (2025). Brecha de género en STEM y estereotipos en la escuela: Una revisión sistemática sobre la afectación en la formación de habilidades científicas e investigativas en Latinoamérica. *Journal of Lifestyle and SDGs Review*, 5(7). <https://doi.org/10.47172/2965-730X.SDGsReview.v5.n07.pe07360>
- Theobald, E., Hill, M., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E., Behling, S., Chambwe, N., Cintrón, D., Cooper, J., Dunster, G., Grummer, J., Hennessey, K., Hsiao, J., Iranon, N., Jones, L., Jordt, H., Keller, M., Lacey, M. E., Littlefield, C. E., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Wu, T., Lee, H., Chen, P., Lin, C., & Huang, Y. (2024). Integrating peer assessment cycle into ChatGPT for STEM education: A randomised controlled trial on knowledge, skills, and attitudes enhancement. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/jcal.13085>
- Wu, T., Lee, H., Wang, W., Lin, C., & Huang, Y. (2023). Leveraging computer vision for adaptive learning in STEM education: effect of engagement and self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00422-5>