

Metodologías activas e Inteligencia Artificial para fortalecer el pensamiento matemático y la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales en Educación Básica y Bachillerato: una revisión sistemática de la literatura

Active Methodologies and Artificial Intelligence to Strengthen Mathematical Thinking and the Inclusion of Students with Special Educational Needs in Basic and Secondary Education: A Systematic Literature Review

Edwin Rolando Ases Carguaitongo¹

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, Quito, Ecuador

(edwin.ases@educacion.gob.ec) <https://orcid.org/0009-0000-1800-4964>

Jenny Yolanda Torres Zambrano²

Universidad Bolivariana del Ecuador, Quito, Ecuador

(jytorresz@ube.edu.ec) <https://orcid.org/0009-0000-9723-7984>

Janeth Fabiola Chulli Cuello³

Investigador Independiente, Quito, Ecuador

(jchullicuello@hotmail.com) <https://orcid.org/0009-0008-4687-0948>

Martha Etelvina Aguiar Guevara⁴

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, Quito, Ecuador

(martha.aguiar@educacion.gob.ec) <https://orcid.org/0009-0002-3346-1199>

Rocío Maribel Carvajal Moposita⁵

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura, Quito, Ecuador

(maribel.carvajal@docentes.educacion.edu.ec) <https://orcid.org/0009-0007-7298-7325>

Cómo citar

Ases Carguaitongo , E. R., Torres Zambrano, J. Y., Chulli Cuello, J. F., Aguiar Guevara, M. E., & Carvajal Moposita , R. M. (2026). Metodologías activas e Inteligencia Artificial para fortalecer el pensamiento matemático y la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales en Educación Básica y Bachillerato: una revisión sistemática de la literatura. *Saber Estratégico Internacional*, 4(3), 1450–1471. <https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.135>

RESUMEN

La integración de metodologías activas e Inteligencia Artificial (IA) ofrece nuevas posibilidades para fortalecer el aprendizaje matemático y responder a la diversidad presente en Educación Básica y Bachillerato. El objetivo de esta investigación fue analizar sistemáticamente la evidencia científica publicada entre 2021 y 2025 sobre la aplicación de metodologías activas y herramientas de IA para fortalecer el pensamiento matemático y favorecer la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE). Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA 2020. La búsqueda se efectuó en ERIC y Google Académico mediante términos relacionados con metodologías activas, IA, educación matemática y NEE. Se identificaron 112 registros o posiciones; después de eliminar 15 duplicados, se cribaron 97 registros. Se buscaron 20 informes a texto completo, tres no pudieron recuperarse y 17 fueron evaluados para determinar su elegibilidad. Finalmente, siete estudios conformaron la síntesis primaria. Los resultados muestran la utilización de estrategias como resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, gamificación y robótica educativa, junto con aplicaciones de IA generativa y tecnologías adaptativas. La evidencia sugiere resultados favorables relacionados con resolución de problemas, comprensión, desempeño matemático, participación, motivación, confianza y personalización del aprendizaje. Sin embargo, se encontró escasa evidencia que integre simultáneamente metodologías activas, IA, matemáticas y NEE, además de una considerable heterogeneidad entre poblaciones, intervenciones y variables evaluadas. Se concluye que la IA presenta potencial para apoyar una educación matemática activa e inclusiva cuando se integra dentro de diseños pedagógicos adaptados y bajo mediación docente; no obstante, se requieren investigaciones con muestras más amplias, diseños comparativos y mediciones específicas del pensamiento matemático para establecer con mayor solidez su efectividad.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; metodologías activas; pensamiento matemático; necesidades educativas especiales; educación inclusiva.

ABSTRACT

The integration of active learning methodologies and Artificial Intelligence (AI) offers new opportunities to strengthen mathematics learning and address learner diversity in primary and secondary education. This study aimed to systematically analyze scientific evidence published between 2021 and 2025 on the application of active learning methodologies and AI tools to strengthen mathematical thinking and promote the inclusion of students with special educational needs (SEN). A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. Searches were performed in ERIC and Google Scholar using terms related to active learning methodologies, AI, mathematics education, and SEN. A total of 112 records or search positions were identified; after removing 15 duplicates, 97 records were screened. Twenty full-text reports were sought for retrieval, three could not be retrieved, and 17 were assessed for eligibility. Finally, seven studies were included in the primary synthesis. The findings identified strategies such as problem solving, problem-based learning, gamification, and educational robotics, together with applications of generative AI and adaptive technologies. The evidence suggests favorable outcomes related to problem solving, understanding, mathematical performance, participation, motivation, confidence, and personalized learning. However, limited evidence was found integrating active methodologies, AI, mathematics, and SEN simultaneously, and considerable heterogeneity was observed across populations, interventions, and outcome measures. It is concluded that AI has the potential to support active and inclusive mathematics education when integrated into adapted pedagogical designs and accompanied by teacher mediation. Nevertheless, studies with larger samples, comparative designs, and specific measures of mathematical thinking are needed to establish its effectiveness more robustly.

Keywords: Artificial Intelligence; active learning methodologies; mathematical thinking; special educational needs; inclusive education.

INTRODUCCIÓN

Para la enseñanza de la Matemática en Educación Básica y en Bachillerato se deben dejar atrás prácticas centradas en la mera repetición de los procedimientos propuestos, para propiciar el razonamiento, la resolución de problemas, la argumentación y la construcción significativa del conocimiento. El pensamiento matemático hace referencia a la capacidad de analizar situaciones, establecer relaciones, formular estrategias, interpretar representaciones y resolver problemas. Así, junto a este enfoque, las TIC son aptas para ampliar los abordajes didácticos, ya sea en la forma de entornos interactivos o experimentar las realidades de cada grupo de programadores (Jong et al., 2024). De otro lado, en Iberoamérica la enseñanza de los materiales manipulables ha estado asociada a la compenetración de conceptos matemáticos abstractos en secundaria (Alarcon Burneo et al., 2024), así como la enseñanza de STEM desde Matemáticas ha sido planteada como una ruta para dar cuenta durante los aprendizajes significativos desde la infancia (Bernal Párraga, Ninahualpa Quiña, et al., 2024). Esta transformación ha traído un ascenso del interés por enseñanzas activas como las de tipo aprendizaje basado en problemas y proyectos; aprendizaje basado en indagaciones; aprendizaje basado en la cooperación; gamificación y resolución de problemas, las que desplazan el centro de la memorización a la comprensión; al indagar; al transformar con el conocimiento. El empleo de la combinación entre las matemáticas y las tecnologías hace alcanzar mayores posibilidades de visualización y de interacción, en la resolución de problemas con el cumplimiento de los objetivos formativos que se perfijan (Jong et al., 2024).

En Educación Básica el aprendizaje basado en problemas se ha usado para promover el razonamiento matemático (Alvarez Piza et al., 2024). En áreas como Estudios sociales pueden verse influencias de la gamificación (Bernal Parraga et al., 2025), del aprendizaje cooperativo en Educación Física (Aráuz Cerezo et al., 2026) y de la gamificación en inglés como lengua extranjera (Rodríguez López et al., 2026). Aparte de que los estudios que van en esa línea no arrojan datos directamente relacionados con las matemáticas sí que proporcionan antecedentes de mecanismos como la colaboración, la motivación o la participación. La inteligencia artificial ha ido adquiriendo progresivamente un mayor protagonismo pedagógico: puede ser vista en los sistemas de tutoría inteligente, en las plataformas adaptativas, en la retroalimentación automatizada, en la robótica e incluso en la inteligencia artificial generativa, que sin duda es más reciente. La literatura en K-12 visibiliza las oportunidades que brindan y también constata que debe existir un modelo pedagógico adecuado a su incorporación (Steinbauer et al., 2021; Yue et al., 2022). Esta visión también es la que se encuentra entre las bases que articulan metodologías activas, IA y regulación emocional en Ciencias Naturales (Bernal Párraga, Constante Olmedo, et al., 2026), en las experiencias de sumos que conectan IA generativa y metodologías activas (Maldonado Arias et al., 2026), en los modelos híbridos que reclaman una combinación pedagógica de presencialidad y tecnología (Serrano Aguilar et al., 2024). En el ámbito educativo de la matemática, la inteligencia artificial da lugar al aprendizaje adaptativo, mediante la adaptación de la actividad, de la dificultad, de la retroalimentación y de itinerarios de aprendizaje. La inteligencia artificial generativa también permite desarrollar problemas o explicar e incluso materiales adaptados a diversos propósitos; no obstante, el potencial de estas posibilidades dependerá del diseño pedagógico y de la tutorización del profesorado (Efendi et al., 2024). La Learning Analytics y la inteligencia artificial responsable proporcionan datos que dan lugar a decisiones pedagógicas basadas en datos (Bernal Parraga, 2026), al igual que lo hacen los relatos de experiencias en lengua inglesa o lengua y literatura en

el sentido del uso de plataformas y de tecnologías adaptativas que dan pie a la personalización del aprendizaje (Chicaiza, 2025; Santana Mero et al., 2024). Todas estas experiencias descritas son interesantes de tener en cuenta para generar reflexión en torno a la individualización del aprendizaje, aunque su transferencia a la matemática requiere evidencias. Esta cuestión se hace relevante en función del alumnado, toda vez que las necesidades educativas especiales (NEE) son situaciones heterogéneas: discapacidad, trastorno del espectro autista (TEA), trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), dislexia, discalculia y otros trastornos que exigen de apoyos educativos. En matemáticas, las experiencias que favorecen la comprensión numérica, el cálculo, la representación de alguna formulación o la elección de alguna estrategia pueden ser eficaces si se producen intervenciones que mantengan los objetivos matemáticos de forma significativa y como apoyos diferenciados (Gunasegar et al., 2021). En las comparaciones realizadas entre aproximaciones soportadas por IA en alumnos con dislexia temprana también se evidencian la necesidad de ajustar la intervención al perfil cognitivo y educativo (Mena Castillo et al., 2026).

La inclusión no se vincula sólo a la presencia del alumnado con NEE, sino que se traduce en ofrecer las oportunidades efectivas para el acceso, la participación y el aprendizaje. En el ámbito de las matemáticas, esto exige una serie de diversificaciones de representaciones, la modificación de materiales y el ofrecimiento de apoyos para la incorporación a las tareas significativas cognitivas y matemáticas. Es posible combinar la cooperación y la organización de apoyos de los docentes para favorecer estas condiciones (Gardesten, 2023), pero la formación de los docentes en tecnología para el tratamiento de NEE también se destaca como un componente a tener en cuenta (Troya Santillán et al., 2024). Del mismo modo, el liderazgo educativo puede favorecer la motivación del docente y los procesos de innovaciones escolares (Troya et al., 2024). Las tecnologías digitales podrán favorecer la representación, la interacción, la evaluación y el acceso al contenido del alumnado con NEE pero los efectos dependerán del propio alumnado, del diseño de la intervención y de la mediación didáctica (Gunnars, 2023; Stalmach et al., 2023). En el caso de las dificultades de aprendizaje matemático dichas herramientas podrían presentar la posibilidad de aportar un soporte diferenciado, aunque se encuentra una importante variabilidad entre recursos o intervenciones (Drljić & Doz, 2025). En otros ámbitos, las metodologías activas y tecnologías emergentes están vinculadas a la comprensión lectora o a la escritura creativa (Bernal Parraga, Rodríguez Cajas, et al., 2026); estrategias innovadoras en comprensión y producción de texto (Cochancela Pérez et al., 2026); y, a aplicaciones de IA y escritura creativa y académica (Villacreses Sarzoza et al., 2025). Y, aunque estas evidencias no pertenecen al ámbito de las matemáticas, son evidencias que muestran posibles modalidades de apoyo o de diversificación mediadas didácticamente.

La convergencia de personalización tecnológica e inclusión es de especial relevancia en matemáticas. Gallardo Herrerías (2025) estudió la adaptación pedagógica de tecnologías digitales adaptativas en la experiencia con alumnado con NEE en España y Ecuador y fueron asociándola a la mejora de la capacidad matemática, a la participación o a la independencia condicionadas por formaciones docentes e infraestructura e instituciones. Nos da a entender que la disponibilidad tecnológica no implica inclusión. La misma idea se encontraron en otros estudios realizados en educación que han indicado que los materiales curriculares pudieron condicionar las oportunidades de participación y la construcción del conocimiento (León Ruíz et al., 2024).

La IA generativa abre esas posibilidades tendiendo una mano para adaptar los materiales curriculares. Rizos et al. (2024) explicitan actividades matemáticas realizadas mediante IA generativa para estudiantes con NEE y reportan participación, confiabilidad y la obtención de los objetivos planificados. Sin embargo, la baja cantidad de participantes incita a interpretar estos resultados como una prueba inicial de viabilidad y no como una prueba generalizable de cómo sí funciona la intervención (Rizos et al., 2024), ya que incluso más allá de esto, un metaanálisis sobre intervenciones de IA con estudiantes con discapacidad descubre también efectos poco positivos: si bien los efectos son favorables, destacan la heterogeneidad, los diseños y las tecnologías (Zhang et al., 2024). Y es que resulta fundamental una distinción clara entre lo que se entiende por tecnología digital, lo que entendemos por tecnología adaptativa y lo que entendemos por IA: No toda plataforma digital emplea IA e incluso el uso de algoritmos para analizar datos no implica que estamos usando IA como recurso pedagógico, y no ya que las metodologías activas no son IA tampoco hay que confundirla con que una metodología activa, el aprendizaje basado en problemas o la gamificación son IA, así como que puede existir uso de IA dentro de una enseñanza muy poco activa. La diferenciación hace que la IA no exhiba efectos asociados a otras tecnologías ni a la propia práctica metodológica. Esta inclusión depende de una red de apoyos de formación profesional y coordinación de la práctica, como las intervenciones educativas que se están llevando a cabo en otros ámbitos, según las formulaciones de Tello Mayorga et al., 2025.

A pesar que estas líneas están en crecimiento, la evidencia sigue siendo escasa y fragmentada entre estudios de metodologías activas y matemáticas, IA y educación matemática, tecnologías para estudiantes con NEE y educación inclusiva. Las revisiones recientes indican el crecimiento de la IA en K-12, pero también la necesidad de más investigación empírica sobre su integración pedagógica (Alé et al., 2025; Marzano, 2025). De hecho, sabemos poco sobre las evidencias que determinan la forma conjunta sobre metodologías activas, IA, pensamiento matemático y NEE en Educación Básica y Bachillerato. Asimismo, esta fragmentación hace que nos cueste saber qué resultados corresponden a la IA y qué resultados corresponden a la metodología, a la personalización, a la participación o a la mediación docente.

De tal modo que, para dar respuesta a este vacío, el presente trabajo persigue sistematizar la evidencia científica publicada entre 2021 y 2025 para analizar la aplicación de metodologías activas respaldadas por herramientas de IA con el objetivo de fortalecer el pensamiento matemático y favorecer la inclusión de estudiantes con NEE en Educación Básica y Bachillerato. Más concretamente, trata de identificar las metodologías activas y las herramientas de IA utilizadas, las poblaciones y niveles educativos estudiados, los efectos en el razonamiento, la resolución de problemas, la comprensión conceptual y el rendimiento matemático, las contribuciones asociadas con la participación, accesibilidad, motivación y aprendizaje, así como las principales barreras, limitaciones y vacíos documentales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura con el propósito de localizar, seleccionar y sintetizar la evidencia científica sobre metodologías activas y herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de las matemáticas, concretamente del pensamiento matemático y la inclusión del alumnado con necesidades educativas especiales (NEE) en los niveles de Educación Básica y Bachillerato.

El desarrollo de la revisión se realizó de acuerdo con las recomendaciones PRISMA 2020 para documentar las etapas de identificación, cribado, recuperación, elegibilidad e inclusión de los estudios (Page et al.,

2021). En razón de la heterogeneidad de la población de los sujetos, los tipos de NEE, las intervenciones, las tecnologías y las variables de resultado, se realizó una síntesis narrativa y temática y no un metaanálisis. El objetivo fue el de analizar de manera sistemática la evidencia científica sobre la aplicación de metodologías activas apoyadas por IA para mejorar el pensamiento matemático y favorecer la inclusión del alumnado con NEE en Educación Básica y Bachillerato. La pregunta principal fue ¿Qué evidencia científica hay sobre la efectividad y la forma de aplicar las metodologías activas apoyadas por IA para el desarrollo del pensamiento matemático e incluir a estudiantes con NEE en Educación Básica y Bachillerato? En la extracción y síntesis se consideraron las seis siguientes dimensiones: metodologías activas; herramientas de IA; el nexo entre metodologías activas, IA y NEE; efectos sobre el razonamiento, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la comprensión conceptual y el desempeño matemático; efectos sobre la participación, la accesibilidad, la motivación y el aprendizaje; y finalmente barreras, limitaciones y condiciones de aplicación. La búsqueda se realizó en ERIC (Education Resources Information Center) y Google Académico. ERIC se utilizó en virtud de su especialización en la investigación sobre educación y Google Scholar como recurso complementario en la medida en que permitió ampliar la captación en un ámbito no disciplinado relacionado con la educación matemática, educación especial, tecnología educativa e IA. Se recogieron artículos relevantes desde el año 2021 a 2025.

La estrategia quedó planteada en cuatro grupos conceptuales correspondientes a: las metodologías activas, IA, pensamiento/educación matemática, e inclusión/NEE calculándose los equivalentes y operadores booleanos. La ecuación ampliada de referencia fue:

("active learning" o "problem-based learning" o "project-based learning" o "inquiry-based learning" o gamificación o "cooperative learning") Y ("artificial intelligence" o "generative AI" o ChatGPT o "intelligent tutoring system" o "adaptive learning") Y (mathematics o "mathematical thinking" o "mathematical reasoning" o "problem solving") Y ("special educational needs" o SEN o disability o inclusion o "inclusive education") Y ("primary education" o "elementary education" o "secondary education" o "high school" o K-12)

Al constatare la escasa recuperación correspondiente a la intersección simultánea de todos los conceptos, se llevaron a cabo búsquedas parciales y, entre éstas: "artificial intelligence" Y "mathematics education" Y "special educational needs", "active learning" Y "mathematics education" Y "special educational needs", "problem-based learning" Y mathematics Y "special education".

La búsqueda definitiva en Google Scholar siguió usando "artificial intelligence" "mathematics education" "special educational needs" restringiéndola a 2021-2025 y ordenándola por relevancia. Ante los aprox. 907 resultados de la búsqueda exploratoria, se fijó a priori el cribado de las 100 primeras posiciones consideradas como posiciones de búsqueda y no necesariamente publicaciones únicas por versiones o duplicados. En ERIC se llevaron a cabo búsquedas complementarias relacionando IA, matemáticas, educación especial, aprendizaje activo y aprendizaje basado en problemas.

Los criterios fueron establecidos previamente considerando población, nivel educativo, área disciplinar, intervención, resultados y tipo de evidencia. Se priorizaron estudios de Educación Básica, secundaria o Bachillerato relacionados con enseñanza/aprendizaje matemático, metodologías activas y/o IA, pensamiento matemático e inclusión de estudiantes con NEE. Se admitieron investigaciones empíricas cuantitativas, cualitativas o mixtas pertinentes. Se excluyeron estudios sin aplicación educativa de IA, sin

resultados relacionados con matemáticas, aquellos donde la inclusión aparecía únicamente de manera contextual, trabajos conceptuales sin resultados empíricos para la síntesis primaria y registros duplicados. Los criterios completos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión aplicados en la revisión sistemática

Criterio	Inclusión	Exclusión
Periodo	Publicaciones entre 2021 y 2025	Publicaciones fuera del periodo establecido
Nivel educativo	Educación Básica, primaria, secundaria, Bachillerato o K-12	Educación superior cuando no resulte transferible al contexto escolar
Área	Enseñanza o aprendizaje de matemáticas	Estudios sin relación sustantiva con matemáticas
Población	Estudiantes con NEE, discapacidad o dificultades específicas de aprendizaje explícitamente identificadas	Población sin NEE definida cuando esta condición sea necesaria para responder la pregunta
Metodología	Metodologías activas: ABP, resolución de problemas, gamificación, robótica, aprendizaje cooperativo, indagación, entre otras	Intervenciones sin componente pedagógico pertinente
Inteligencia Artificial	IA generativa, sistemas inteligentes, plataformas adaptativas u otras aplicaciones con función educativa identificable	IA utilizada exclusivamente para análisis de datos o sin aplicación pedagógica
Pensamiento matemático	Razonamiento, resolución de problemas, comprensión conceptual, numeración, competencias o desempeño matemático	Estudios sin resultados relacionados con aprendizaje o pensamiento matemático
Inclusión	Participación, accesibilidad, personalización, motivación o aprendizaje de estudiantes con NEE	Inclusión mencionada únicamente de manera contextual, sin relación con la población/intervención
Tipo de evidencia primaria	Estudios empíricos cuantitativos, cualitativos o mixtos pertinentes	Trabajos conceptuales o propuestas sin resultados empíricos para la síntesis primaria
Duplicación	Se conserva una única entrada del registro	Registros duplicados

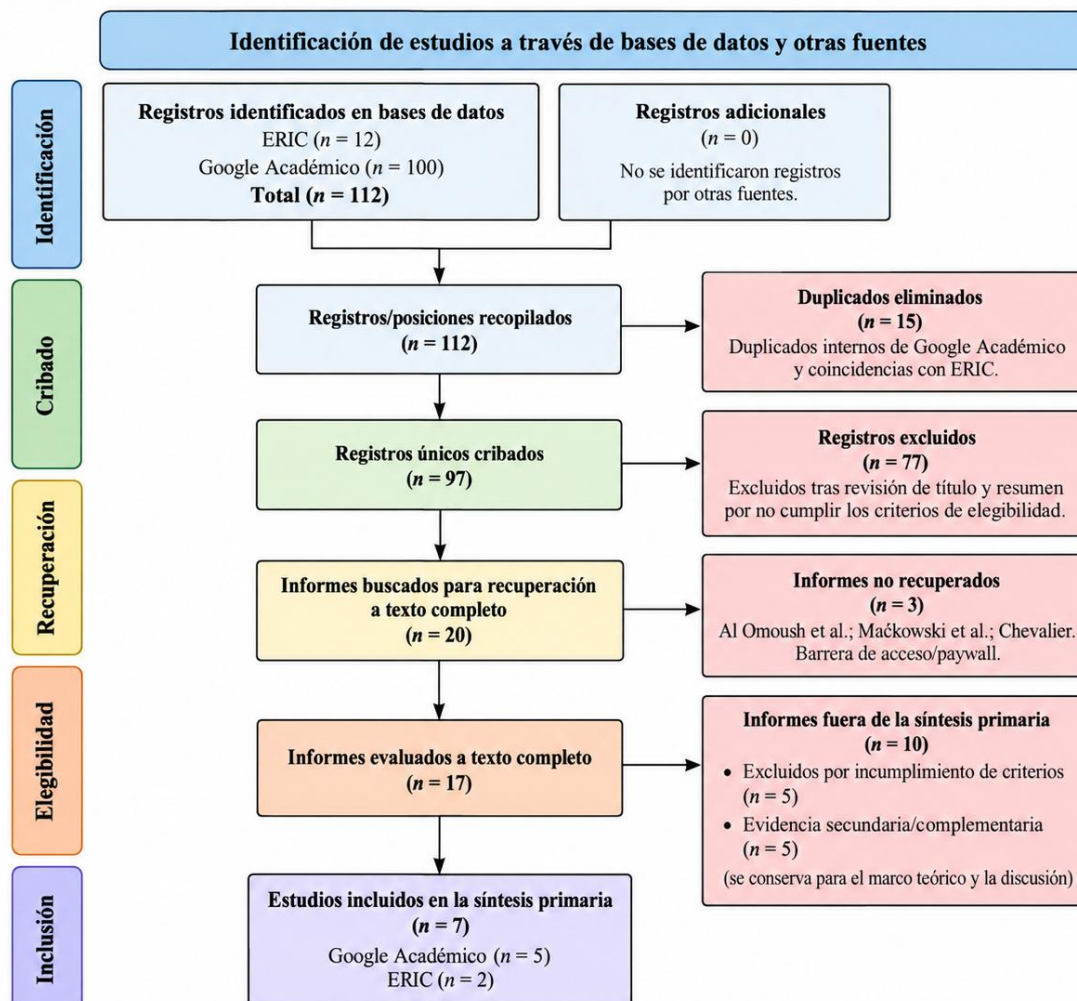
Nota. ABP = aprendizaje basado en problemas; IA = Inteligencia Artificial; NEE = necesidades educativas especiales.

La selección siguió las fases de PRISMA 2020. Se recopilaron 112 registros o posiciones: 100 de Google Académico y 12 de ERIC. Tras eliminar 15 duplicados, quedaron 97 registros únicos para cribado por título y resumen, de los cuales 77 fueron excluidos y 20 avanzaron a recuperación de texto completo.

Tres informes —Al Omoush et al. (2025), Maćkowski et al. (2023) y Chevalier (2025)— no pudieron recuperarse por restricciones de acceso y fueron clasificados como informes no recuperados, no como exclusiones por elegibilidad. En consecuencia, 17 documentos fueron evaluados a texto completo. Cinco fueron excluidos por incumplimiento de los criterios y otros cinco se conservaron como evidencia secundaria o complementaria para contextualización e interpretación, sin contabilizarlos como evidencia primaria. Finalmente, siete estudios integraron la síntesis primaria, cinco procedentes de Google Académico y dos de ERIC. El proceso se representa en el diagrama PRISMA 2020.

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios según PRISMA 2020



Nota. Diagrama elaborado a partir de las directrices de PRISMA 2020 (Page et al., 2021). En Google Académico se examinaron los primeros 100 resultados ordenados por relevancia. Los documentos clasificados como evidencia secundaria o complementaria se conservaron para la contextualización y discusión, pero no se contabilizaron como evidencia primaria de efectividad.

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios según PRISMA 2020.

Nota. En Google Académico se examinaron los primeros 100 resultados ordenados por relevancia. Los documentos clasificados como evidencia secundaria o complementaria se conservaron para la contextualización y discusión, pero no se contabilizaron como evidencia primaria.

Se elaboró una matriz para registrar referencia, año, país/contexto, diseño, nivel educativo, muestra, tipo de NEE, contenido matemático, metodología activa, tecnología o IA, función pedagógica, características de la intervención, resultados matemáticos y de inclusión, principales hallazgos y limitaciones.

Asimismo, se codificó independientemente la presencia de los componentes K-12, matemáticas, NEE, metodología activa e IA, evitando considerar la simple aparición de estos términos como evidencia de su utilización en la intervención. También se examinaron posibles duplicaciones, versiones o publicaciones derivadas de una misma muestra.

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó mediante el Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), versión 2018 (Hong et al., 2018), seleccionado por permitir la valoración de investigaciones cualitativas, cuantitativas y de métodos mixtos mediante criterios específicos según el diseño. Cada criterio se clasificó como “Sí”, “No” o “No se puede determinar”, considerando exclusivamente la información metodológica reportada. La evaluación se utilizó para valorar la solidez de la evidencia y orientar su interpretación, sin constituir un criterio adicional de exclusión.

Tabla 2

Evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos mediante MMAT (2018)

Estudio	Diseño considerado en MMAT	C1	C2	C3	C4	C5	Valoración metodológica
Rizos et al. (2024)	Cuantitativo aleatorizado estudio de caso	no	/ Sí	Sí	ND	Sí	Evidencia preliminar; muestra extremadamente reducida (n = 2), lo que limita generalización
Silva et al. (2023)	Cuantitativo aleatorizado intervención educativa	no	/ Sí	Sí	ND	Sí	Diseño pertinente para inclusión en instrucción basada en problemas; algunas dimensiones no pueden establecerse con la documentación disponible
Caballero-Carrasco y Melo-Niño (2022)	Cuantitativo aleatorizado estudio de caso	no	/ Sí	Sí	Sí	ND	Intervención coherente con el objetivo, pero basada en un caso individual
Stasolla et al. (2025)	Cuantitativo aleatorizado	no	Sí	Sí	Sí	Sí	Diseño pre/post claramente definido; resultados cuantitativos reportados, aunque es un estudio piloto
Sandiwarno et al. (2025)	Métodos mixtos / intervención educativa	/	Sí	Sí	ND	Sí	Resultados favorables, pero el reporte metodológico limita la valoración de algunos criterios
Gallardo Herrerías (2025), Cuadernos	Métodos mixtos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Integra componentes cuantitativos y cualitativos; reconoce y aborda posibles sesgos
Gallardo-Herrerías (2025), estudio TEA/TDAH	Métodos mixtos / no aleatorizado	Sí	Sí	Sí	Sí	ND	Muestra amplia y análisis cuantitativo; persisten limitaciones para establecer algunos componentes metodológicos

Nota. C1–C5 corresponden a los cinco criterios específicos del MMAT aplicables a cada categoría de diseño. Sí = el criterio se encuentra satisfecho según la información reportada; No = el criterio no se satisface; ND = no se puede determinar con la información disponible. La evaluación se utilizó para interpretar la solidez de la evidencia y no como criterio de exclusión.

La evaluación de la metodología utilizando MMAT evidenció heterogeneidad en el grado de robustez de la evidencia incluida; si bien algunos artículos presentaron una descripción metodológica con suficiente grado

de detalle y coherencia entre el diseño, recolección de la información y análisis practicados, en otros no se entendió si se cumplían determinados criterios a partir de la información reportada, así como tampoco lo hicieron varios trabajos, que incluso presentaron limitaciones asociadas a tamaños muestrales pequeños, diseños piloto y/o estudios de casos. Por ello, los resultados favorables a atender tienen que interpretarse con cautela y, a su vez, conforme a las características metodológicas particulares de la investigación.

Los resultados fueron clasificados en estudios primarios incluidos, evidencias secundarias/complementarias, estudios excluidos al texto completo e informes no recuperados. Los estudios primarios conformaron la base de las evidencias y los documentos complementarios fueron utilizados solo para contextualizar e interpretar hallazgos.

Debido a la escasez de investigaciones que integraran simultáneamente metodologías activas, IA, matemáticas y NEE, la evidencia primaria se organizó además en dos ramas: metodologías activas + matemáticas + NEE e IA/tecnologías adaptativas + matemáticas + NEE. Los estudios que incorporaron ambos componentes se consideraron evidencia de convergencia. Esta organización evitó atribuir IA a intervenciones exclusivamente metodológicas o metodologías activas a investigaciones centradas únicamente en tecnologías inteligentes o adaptativas.

Se efectuó una síntesis narrativa y temática de los siete estudios primarios. Los hallazgos se agruparon en cuatro ejes: metodologías activas, aplicaciones educativas de IA, pensamiento matemático e inclusión de estudiantes con NEE. Dentro de estos ejes se compararon las características de las intervenciones y los resultados relacionados con razonamiento, resolución de problemas, comprensión, desempeño, participación, motivación, accesibilidad y personalización.

La heterogeneidad de diseños, muestras, intervenciones y medidas de resultado impidió realizar una combinación estadística válida, por lo que no se efectuó metaanálisis. La interpretación se realizó considerando conjuntamente dirección de los hallazgos, características metodológicas, resultados de la evaluación MMAT y limitaciones declaradas en los estudios, evitando atribuir efectos exclusivamente a la IA cuando las intervenciones incorporaban simultáneamente otros componentes pedagógicos o tecnológicos.

RESULTADOS

La búsqueda identificó 112 registros o posiciones, correspondientes a Google Académico ($n = 100$) y ERIC ($n = 12$). Después de eliminar 15 duplicados, se cribaron 97 registros por título y resumen, de los cuales 77 fueron excluidos. Se buscaron 20 informes a texto completo; tres no pudieron recuperarse debido a restricciones de acceso y 17 fueron evaluados para determinar su elegibilidad. Tras la lectura completa, cinco documentos fueron excluidos por incumplir los criterios establecidos y otros cinco se clasificaron como evidencia secundaria o complementaria, utilizada únicamente para contextualizar los resultados. Finalmente, siete estudios conformaron la síntesis primaria, cinco procedentes de Google Académico y dos de ERIC. El proceso de selección se presenta en la Figura 1 de la sección metodológica.

Los siete estudios mostraron heterogeneidad en diseños, poblaciones e intervenciones. Se identificaron estudiantes con trastorno del espectro autista (TEA), trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), dificultades específicas de aprendizaje, discalculia y otras NEE, principalmente en educación primaria y secundaria. Las intervenciones comprendieron resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, gamificación, robótica educativa, IA generativa y tecnologías digitales o adaptativas.

No todos los estudios integraron simultáneamente metodologías activas e IA. Algunos examinaron estrategias activas sin IA, mientras que otros se concentraron en IA generativa o tecnologías adaptativas aplicadas al aprendizaje matemático. Por esta razón, los hallazgos se organizaron en dos ramas de evidencia: metodologías activas + matemáticas + NEE e IA/tecnologías adaptativas + matemáticas + NEE. Las características de los estudios se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Características de los informes incluidos en la síntesis primaria

Autor(es), año	Nivel/población	NEE	Metodología/intervención	IA/tecnología	Principales hallazgos
Rizos et al. (2024)	8.º grado; estudiantes	2 NEE	Actividades matemáticas personalizadas	ChatGPT 3.5	Participación, confianza, actitudes positivas y logro de objetivos
Silva et al. (2023)	Contexto escolar	Dificultades de aprendizaje	de Enseñanza basada en problemas	No incorpora IA	Favoreció la participación en actividades matemáticas basadas en problemas
Caballero-Carrasco y Melo-Niño (2022)	1.er grado; estudiante de 6 años	TEA	Resolución adaptada de problemas y estrategias metacognitivas	No incorpora IA	Desarrollo favorable de estrategias de resolución de problemas
Stasolla et al. (2025)	Secundaria inferior; estudiantes	TEA, dificultades específicas de aprendizaje, retraso y cognitivo discalculia	Robótica y aprendizaje basado en juegos	Tecnología educativa; IA no evaluada como componente causal	Mejoras significativas en el desempeño y mantenimiento de los aprendizajes
Sandiwarno et al. (2025)	Educación primaria	Necesidades diversas/dificultades de aprendizaje	Gamificación y medios interactivos	IA y componentes adaptativos	Mejoras reportadas en motivación, comprensión, participación y habilidades
Gallardo Herrerías (2025), Cuadernos de Investigación...	200 estudiantes con NEE y 50 docentes; 10 escuelas de España y Ecuador	NEE diversas	Enseñanza matemática con tecnologías adaptativas	Tecnologías digitales adaptativas, plataformas interactivas e IA	Mejoras reportadas en comprensión, autonomía, participación y motivación
Gallardo-Herrerías (2025), RETEE	340 estudiantes de 9–14 años; España y Ecuador	TEA y TDAH	Intervención tecnológica durante seis meses	Smartick, Matific, realidad virtual, Prodigy Math y Google Expeditions	Mejoras significativas en habilidad matemática y motivación; efectos mayores en España

Nota. IA = Inteligencia Artificial; NEE = necesidades educativas especiales; TDAH = trastorno por déficit de atención e hiperactividad; TEA = trastorno del espectro autista.

Las principales metodologías activas identificadas fueron resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, gamificación y robótica educativa. Caballero-Carrasco y Melo-Niño (2022) llevaron a cabo una adaptación de la metodología de resolución por problemas con estrategias metacognitivas en el ámbito de un estudiante de primer grado con TEA, por su parte Silva et al. (2023) abordaron la participación de los estudiantes con Dificultades en el Aprendizaje en la resolución de actividades matemáticas basadas en problemas. En ambos contextos del estudio la intervención no se realizó con una IA como recurso pedagógico.

Sandiwarno et al. (2025) combinaron gamificación, medios interactivos y los componentes tecnológicos en educación primaria, describiendo resultados favorables en motivación, comprensión, participación y habilidades matemáticas en un estudio en el que la tecnología fue parte de una intervención que despliega una estrategia pedagógica más global y no tratada como una intervención por sí misma.

Stasolla et al. (2025) llevaron a cabo una intervención con 73 estudiantes de secundaria inferior con TEA, dificultades específicas de aprendizaje, retrasos intelectuales, discalculia y otras NEE, combinando robótica educativa y aprendizaje basado en juegos. Los autores informaron diferencias significativas asociadas con la intervención de $t(70) = 4.98$, $p < .001$, $d = .91$ y de $F(1,70) = 8.74$, $p = .004$, $\eta^2 = .12$ y certeza de los aprendizajes, además de que empleando tecnología educativa no se evaluó la IA como componente causal, de ahí que se emplearon los resultados a modo de evidencia en torno a metodologías activas con soporte de tecnología e independientemente del efecto de la IA.

En el conjunto, esta rama del corpus mostró que las metodologías activas pueden generar oportunidades de participación y resolución matemática de los estudiantes de NEE si se incorporan apoyos adaptaciones con función a sus características.

La segunda rama de pruebas estuvo constituida por las intervenciones relacionadas con IA generativa, así como con tecnologías adaptativas y, por último, con recursos digitales para la personalización. Rizos et al. (2024) emplearon el modelo ChatGPT 3.5 para generar y adaptar actividades matemáticas con los estudiantes de octavo grado, del caso en concreto con estudiantes con NEE. La intervención tuvo una duración de aproximadamente nueve horas y se asoció con una participación activa, mayor confianza, actitudes positivas hacia las matemáticas y el logro de los objetivos de aprendizaje establecidos.

Los dos estudios llevados a cabo por Gallardo Herrerías (2025) analizaron el uso de tecnologías digitales y adaptativas en contextos de España y Ecuador. Uno incluía 200 estudiantes con NEE y 50 docentes de diez escuelas, y el otro incluía 340 estudiantes de 9 a 14 años con TEA y TDAH. Las intervenciones usaron plataformas y recursos tales como Smartick, Matific, Prodigy Math, Google Expeditions y realidad virtual, e informaron mejoras en dimensiones tales como comprensión, desempeño, autonomía, participación y motivación. En el estudio de 340 estudiantes se informaron tamaños del efecto más altos en España ($d = 2.12-2.19$) que en Ecuador ($d = 1.54-1.61$) a la vez que diferencias asociadas a infraestructura, formación y apoyos disponibles.

Sandiwarno et al. (2025) englobaron una modalidad de integración de tecnología con estrategia activa al emplear, de manera conjunta, gamificación, medios interactivos, recursos adaptativos, elementos de IA en actividades de matemáticas de educación primaria.

De forma conjunta, las funciones tecnológicas principales que se identificaron fueron personalización de actividades, adaptación de materiales y niveles de dificultad y apoyo en la construcción ayudas de recursos

matemáticos. Aunque el análisis también apuntó a que la designación de "adaptativas" no alude de manera inequívoca a la inclusión de IA; por esta razón, la consideración de las clasificaciones se llevó a cabo teniendo en cuenta su función documentada para cada tecnología.

Los estudios evaluaron resultados diversos en función de las estrategias empleadas y, por esta razón, no se logró establecer una medida de efecto común. Los resultados se concentraron en resolución de problemas, comprensión matemática, desempeño, logro de objetivos y participación en tareas de matemáticas. El pensamiento matemático, en tanto que constructo multidimensional, no fue medido directamente a través de un instrumento homogéneo en todos los estudios evaluados. Según Caballero-Carrasco y Melo-Niño (2022) y Silva et al. (2023) en las intervenciones con metodologías activas, las adaptaciones de problemas y apoyos pedagógicos han propiciado la implicación de estudiantes con NEE en actividades con requerimientos de razonamiento y resolución. Stasolla et al. (2025) proporcionaron la evidencia cuantitativa más diáfana del corpus respecto a una intervención activa apoyada por tecnología, si bien los resultados no pueden ser atribuidos específicamente a IA.

En el ámbito de la tecnología, Rizos et al. (2024) informaron que los dos alumnos lograron satisfactoriamente los objetivos matemáticos establecidos mediante actividades personalizadas con IA generativa. Los trabajos de Gallardo Herrerías (2025) informaron de mejoras en la comprensión y el rendimiento matemático relacionadas con el uso de recursos adaptativos y Sandiwarno et al. (2025) relataron mejoras en comprensión y habilidades matemáticas dentro de una intervención que combinó componentes pedagógicos y tecnológicos. Por tanto, en conjunto los resultados obtenidos fueron mejores para las intervenciones activas, ajustadas y tecnológicamente apoyadas, aunque la heterogeneidad metodológica nos impide atribuir los resultados observados a la IA. Esta prudencia es concordante con las características del corpus, donde tecnología, metodología y adaptación pedagógica suelen ir juntas.

Los efectos no solo se limitaron a los resultados académicos, dado que también hay resultados relacionados con la participación, la motivación, la confianza, la autonomía y la accesibilidad. Rizos et al. (2024) indicaron una participación activa, mayores niveles de confianza y actitudes positivas hacia las matemáticas logradas mediante materiales personalizados con el modelo ChatGPT 3.5. Por su parte, Sandiwarno et al. (2025) mostraron mejoras en la motivación y la participación (el grupo experimental mostró mayores niveles de motivación y mayor participación). Los estudios de Gallardo Herrerías (2025) informaron de resultados positivos en la autonomía, la participación y la motivación mediante tecnologías adaptativas. En los estudios que no utilizaron IA, plantear adaptaciones pedagógicas cumplía una función inclusiva, tal como lo mostraron Caballero-Carrasco y Melo-Niño (2022) que expusieron la posibilidad de adaptar el proceso de resolución de problemas a las características de un estudiante con TEA, o Silva et al. (2023) en su trabajo sobre estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje que participaron en actividades de problemas matemáticos.

Por lo tanto, las adaptaciones o personalización de las actividades emergieron como uno de los componentes que resultó ser transversal a la evidencia analizada. Los resultados apuntan a que la inclusión se manifestó en el acceso a recursos tecnológicos y en oportunidades para participar en tareas matemáticas adaptadas a los estudiantes.

La evaluación a través de MMAT mostró heterogeneidad en el rigor metodológico de los siete estudios, y en el trabajo de Stasolla et al.

"Rizos et al. (2024) y Silva et al. (2023) y Caballero-Carrasco & Melo-Niño (2022) y Sandiwarno et al. (2025) y Gallardo-Herrerías (2025; estudio TEA/TDAH) evidencian el cumplimiento de uno o más criterios no se pudo determinar en la información proporcionada; estas discrepancias sugieren que se tomen los resultados considerándose las características particulares de la metodología de cada una de las investigaciones.

Las limitaciones en la cantidad de los participantes en el corpus, las muestras pequeñas indicadas por los dos participantes en Rizos et al. (2024), el caso único sobre Caballero-Carrasco y Melo-Niño (2022), la diversidad de NEE o la heterogeneidad de diseño, intervenciones y resultados; o las diferencias acerca de IA y las tecnologías adaptativas. A su vez, se observó que no cabe incluir toda tecnología digital o adaptativa como IA y utilizarla para analizar datos no implica necesariamente una intervención de enseñanza basada en IA.

Otros condicionantes de la implementación expuestos en los informes investigados eran una infraestructura técnica, la formación del profesorado, la disponibilidad de recursos, la supervisión humana o la adaptabilidad al entorno escolar. A su vez, no se pudieron recuperar tres informes potencialmente relevantes, la elegibilidad de los cuales no pudo ser determinada al carecer de texto completo.

Tabla 4

Síntesis de la evidencia según las categorías de análisis

Categoría	Hallazgos principales	Interpretación
Metodologías activas	Resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, gamificación y robótica educativa	Favorecen participación e interacción con las tareas matemáticas cuando existen apoyos adecuados
Inteligencia Artificial	IA generativa, personalización y tecnologías adaptativas	Principal potencial relacionado con generación y adaptación de materiales y experiencias de aprendizaje
Pensamiento matemático	Resolución de problemas, comprensión, desempeño, numeración y logro de objetivos	Se observan resultados favorables, aunque el pensamiento matemático no siempre se mide directamente como constructo
Inclusión y NEE	Adaptación, participación, motivación, confianza y accesibilidad	La personalización aparece como elemento transversal para reducir barreras de aprendizaje
Mediación docente	Selección, adaptación y supervisión de actividades y tecnologías	La tecnología funciona como apoyo; no sustituye el diseño pedagógico ni la intervención docente
Barreras	Infraestructura, formación docente, acceso tecnológico, heterogeneidad de las NEE y muestras reducidas	Los efectos dependen de condiciones pedagógicas, tecnológicas e institucionales
Integración IA + metodología activa	Evidencia empírica escasa	Existe un vacío de investigaciones que integren simultáneamente IA, metodologías activas, matemáticas y NEE

Nota. IA = Inteligencia Artificial; NEE = necesidades educativas especiales. Los hallazgos corresponden a la síntesis narrativa de los estudios incluidos.

En conjunto, la evidencia mostró resultados favorables relacionados con resolución de problemas, comprensión y desempeño matemático, participación, motivación, confianza, autonomía y personalización del aprendizaje. Las metodologías activas facilitaron oportunidades de participación mediante problemas, juegos, robótica y actividades adaptadas, mientras que la IA generativa y las tecnologías adaptativas se

utilizaron principalmente para personalizar materiales, ajustar actividades y apoyar experiencias de aprendizaje acordes con las características de los estudiantes.

No obstante, la evidencia que integra simultáneamente metodologías activas, IA, matemáticas y NEE fue escasa. Los siete estudios tampoco permiten establecer una superioridad general de las intervenciones basadas en IA ni atribuir exclusivamente a esta tecnología las mejoras observadas, debido a la combinación de componentes pedagógicos y tecnológicos y a la heterogeneidad metodológica del corpus. La síntesis temática de los resultados se presenta en la Tabla 4.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión muestran que las metodologías activas y las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) ofrecen posibilidades relevantes para fortalecer el aprendizaje matemático y favorecer la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE). Sin embargo, el principal hallazgo es que la evidencia que integra simultáneamente metodologías activas, IA, matemáticas y NEE continúa siendo limitada y heterogénea. Por ello, los resultados deben interpretarse como evidencia emergente y no como demostración de la superioridad de las intervenciones apoyadas por IA frente a otras estrategias pedagógicas inclusivas.

Las intervenciones identificadas incorporaron resolución de problemas, aprendizaje basado en problemas, gamificación, robótica y actividades adaptadas que sitúan al estudiante en una posición activa frente al conocimiento matemático. Este enfoque es consistente con investigaciones que destacan el valor de involucrar al alumnado en procesos de análisis, exploración y búsqueda de soluciones. En particular, el aprendizaje basado en problemas puede favorecer el razonamiento matemático en Educación Básica (Alvarez Piza et al., 2024), mientras que los recursos manipulativos pueden contribuir a hacer más accesibles conceptos matemáticos abstractos en secundaria (Alarcon Burneo et al., 2024).

Sin embargo, cabe mencionar que una metodología activa no favorece por sí sola a la inclusión. Su contribución depende de la accesibilidad de los materiales que se utilizan, de la adaptación de las tareas, de los apoyos que se utilizan o, en la actualidad, de cómo se realiza la mediación docente, siempre y cuando y en la medida en que todas estas contribuciones tengan cabida en una evaluación de un estudio dado. Sin embargo, es cierto que la presente revisión hace mención de acuerdo al concepto de pensamiento matemático, pero los estudios primarios eran más frecuentes en la utilización de dimensiones como la resolución de problemas, la comprensión, la numeración o el rendimiento en relación al logro de la meta. Así pues, es más riguroso pretender que la interpretación de esos indicadores son dimensiones del pensamiento matemático y no se puede afirmar que todos los estudios evaluaron ese constructo.

La personalización es el punto principal de convergencia que se encontró entre IA, aprendizaje matemático e inclusión. El caso más directamente relacionado fue la de Rizos et al. (2024), quienes utilizaron ChatGPT 3.5 para crear materiales matemáticos adaptados a la enseñanza en el currículo, a las NEE y a los intereses de dos alumnos de octavo grado. Los participantes mostraron implicación, confianza y actitudes positivas, además de haber logrado los objetivos de aprendizaje fijados. Estos resultados son congruentes con la literatura que identifica la adaptación, la retroalimentación y la personalización como posibilidades relevantes de la IA en educación matemática (Redmond-Sanogo et al., 2024). No obstante, el pequeño tamaño muestral del estudio de Rizos et al. (2024) obliga a que estos resultados se interpreten como indicativos de viabilidad pedagógica, pero no como una prueba generalizable de efectividad. Esto resulta

especialmente importante, porque la literatura reciente reconoce posibilidades de personalización e inclusión mediante IA, al tiempo que también reconoce limitaciones asociadas a la infraestructura, la preparación del profesorado y la equidad (Hussein et al., 2025; Tang, 2025).

Una de las ideas centrales de los resultados es que las mejoras halladas no pueden ser atribuidas automáticamente a la existencia de IA. Las herramientas tecnológicas estaban muy a menudo ligadas a la gamificación, la resolución de problemas, la personalización de actividades y el acompañamiento del profesorado. Por lo tanto, los efectos han de ser entendidos desde la interacción entre tecnología, metodología, características del alumno y mediación pedagógica. Esta distinción permite escapar un problema conceptual importante: no toda tecnología digital/ adaptativa es IA ni el uso de IA para el análisis de datos equivale a una intervención pedagógica de la que se sirva de la IA. Asimismo, la literatura más reciente refiere que las herramientas generativas han de ser sometidas a evaluación crítica y alinearse con objetivos educativos claramente establecidos (Redmond-Sanogo et al., 2024). Así, la consideración de la incorporación de la tecnología ya no debería ser su novedad, sino la capacidad que pueda tener para responder a una necesidad pedagógica concreta. Uno de los resultados más relevantes que se extrae de la revisión es la dificultad de poder encontrar investigaciones que combinen de forma clara los cuatro componentes del estudio. La literatura parece estar dibujada entre investigaciones sobre IA y matemáticas, metodologías activas y matemáticas, tecnologías para el alumnado con NEE y educación matemática inclusiva. La fragmentación se corresponde con los trabajos que apuntan que la integración educativa de la IA aún necesita más evidencia empírica y en entornos escolares (Alé et al., 2025).

Para tal fin, la organización de la evidencia en dos ramas metodologías activas + matemáticas + NEE e IA/tecnologías adaptativas + matemáticas + NEE, permitió la conservación de investigaciones relevantes y sin atribuir artificialmente IA a intervenciones en las que no se había utilizado, revelando el principal hueco del ámbito, la necesidad de investigaciones que evalúen explícitamente la combinación de metodologías activas e IA en alumnos con NEE en situaciones de aprendizaje matemático.

Pero los efectos relevantes no se limitaron al rendimiento académico, los estudios consideraron también participación, motivación, confianza o accesibilidad. Rizos et al. (2024) por ejemplo señalaron participación activa y actitudes positivas hacia las matemáticas cuando se utilizan materiales personalizados. Esto refuerza una comprensión de la inclusión no únicamente en la posibilidad de acceso material al aula, sino en que se tengan oportunidades de participación y aprendizaje efectivos.

Así pues, la personalización es un elemento transversal, aunque no tiene que ser entendido como que haya que simplificar las tareas en exceso para los estudiantes con NEE. La intervención de inclusión tiene que garantizar apoyos suficientes para poder acceder a experiencias matemáticas cognitivas y significativas.

El profesor sigue ocupando el lugar central en este proceso. Tiene que comprobar la validez matemática, la pertinencia curricular, la accesibilidad y la adecuación de los materiales que son generados con IA. La literatura también advierte que la IA no puede sustituir la deliberación del docente (Redmond-Sanogo et al. 2024) en el sentido de que también hay ventajas percibidas en este uso de la IA relacionadas con la eficiencia, la interactividad o la personalización y también hay dificultades a la hora de abordar problemas técnicos, curriculares y éticos. Esto pone de relieve la necesidad de una formación que articule la competencia en IA, la didáctica de las matemáticas y la educación inclusiva. La implementación está limitada por la infraestructura, la conectividad, la disponibilidad de dispositivos, la formación del

profesorado, la adecuación curricular y el apoyo institucional. Estas dificultades son muy evidentes en educación inclusiva, porque una innovación que promueve la personalización del aprendizaje puede, antes de convertirse en una herramienta, agravar las desigualdades cuando su acceso está mediado por tecnologías que no están al alcance de todos.

A eso se suman problemáticas de respuestas erróneas por parte de la IA generativa, privacidad, protección de datos, sesgos algorítmicos y transparencia. Dichas problemáticas son especialmente sensibles si se incorporan menores y/o información asociada a NEE. Por tanto, una utilización responsable implica accesibilidad, supervisión humana, protección de datos, transparencia y equidad en el acceso. Revisiones recientes sobre IA y educación especial también destacan la formación del profesorado, la brecha digital y las consideraciones éticas como condiciones necesarias para una implementación inclusiva (Quinaluisa-Narváez & Estévez-Marín, 2025).

Por último, la revisión presenta limitaciones que condicionan la fuerza de sus conclusiones. La búsqueda se limitó a ERIC y Google Académico y, en este último caso, a los primeros 100 resultados organizados respecto a la relevancia, por lo que los trabajos que podrían haber aportado nuevos datos fueron excluidos. Además, no se pudieron acceder a tres informes y los siete estudios primarios incluidos mostraron una heterogeneidad importante en cuanto a población, tipo de NEE, intervención, tecnología, tiempo, y variables consideradas. Esto prohibió realizar un metaanálisis. Algunos de los trabajos que se incluyen se basaron en muestras excepcionalmente pequeñas, como el realizado por Rizos et al. (2024), en el que participaron solo dos individuos.

Otra limitación muy importante la constituye que tampoco se aplicó ningún instrumento de evaluación formal de sesgo o calidad de la metodología utilizada, por lo que, a pesar de que se han tenido en cuenta las características y limitaciones que indican los estudios, no es posible establecer ningún tipo de valoración sistemática de la certeza global de la evidencia. Dicha limitación debe tenerse presente a la hora de interpretar los resultados.

Futuras investigaciones deberían emplear muestras más extensas y variadas, intervenciones longitudinales, grupos de comparación cuando resulten metodológicamente posibles, y medidas específicas de razonamiento, solución de problemas, comprensión conceptual y pensamiento crítico; y también de los índices de participación, autonomía, accesibilidad y motivación. Resulta especialmente necesario describir qué función cumple la IA, cómo lleva a cabo la adaptación o cómo se articula con la metodología activa, permitiendo así distinguir sus efectos de los efectos que produce el uso de otras tecnologías o de la estrategia pedagógica. La evidencia sugiere que las metodologías activas y la IA conllevan posibilidades para favorecer el aprendizaje matemático inclusivo mediante la participación, la adaptación y la personalización, pero a su vez tampoco permite asignar a la IA la responsabilidad de las mejoras observadas de forma aislada, ni ser superior a otras estrategias inclusivas. Por lo tanto el principal aporte de la revisión que llevamos a cabo consiste en poner de manifiesto que IA, metodología activa e inclusión deben ser analizadas de forma articulada: la IA puede hacer posible la personalización, pero requiere de objetivos matemáticos claros y de supervisión docente; las metodologías activas pueden favorecer la participación, pero requieren de adaptaciones para poder atender a las NEE. El reto no consiste simplemente en introducir más IA sino en desarrollar diseños pedagógicos activos, accesibles y respaldados, cuya eficacia deberá confirmarse mediante evidencia empírica más robusta.

CONCLUSIONES

La presente revisión sistemática permitió llevar a cabo el análisis de la evidencia científica disponible entre 2021 y 2025 sobre la utilización de metodologías activas y herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para el desarrollo del pensamiento matemático y la inclusión de estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE) en Educación Básica y Bachillerato. Los resultados indican que se trata de un campo que se encuentra en fase emergente y que presenta resultados alentadores pero también una escasa y heterogénea cantidad de evidencia empírica. Los estudios analizados evidencian que metodologías activas como la resolución de problemas, el aprendizaje basado en problemas, la gamificación o la robótica educativa se pueden constituir como una oportunidad para que los estudiantes con NEE participen de forma más activa en el aprendizaje matemático; esta importancia se visualiza cuando estas metodologías activas incorporan adaptaciones, apoyos diferenciados y actividades específicas acordes con las características de los estudiantes. Así, los resultados apuntan a que las NEE no constituyen un obstáculo en el acceso a realizar actividades matemáticas cognitivas, siempre que se dé la adecuada condición pedagógica. En lo que respecta a la IA, la contribución más destacada que encontramos se relaciona con la idea de la personalización del aprendizaje. Las herramientas generativas, los sistemas adaptativos y otros recursos inteligentes pueden ofrecer un margen de personalización en los materiales, en las actividades, en los niveles de dificultad y en las formas de dar retroalimentación. El trabajo de Rizos et al. (2024), por citar algún ejemplo, pone de manifiesto que materiales en matemáticas generados y adaptados mediante ChatGPT pueden permitir una mejor participación, confianza en uno mismo y progreso de los objetivos de aprendizaje de alumnos con NEE. Pero conviene tener en cuenta que el pequeño tamaño de alguna de las muestras y la diversidad de metodologías utilizadas en los estudios nos obliga a considerar estos resultados con cautela. Una conclusión relevante de esta revisión es la falta de datos que combine de forma simultánea metodologías activas, IA, matemáticas y NEE. En mayor proporción suelen ser analizadas únicamente algunas de las formas mencionadas. Por lo tanto, no se puede decir que la IA genere ciertas mejoras en el pensamiento matemático y ni tan siquiera que sea mejor que otra estrategia inclusiva. Más bien, los resultados sugieren que las posibilidades educativas que ofrece dependen de su articulación con metodologías activas, los objetivos matemáticos definidos, la personalización y la mediación docente. Esta interpretación coincide con estudios recientes que indican las oportunidades de la IA para la personalización del aprendizaje K-12, pero a la vez la necesidad de trabajar la evidencia empírica y la integración pedagógica (Marzano, 2025; Redmond-Sanogo et al., 2024).

Dicha inclusión no debe limitarse al aspecto del acceso tecnológico, sino que se debe tener en cuenta participación, accesibilidad, motivación, autonomía y oportunidades reales de aprendizaje. Por lo tanto, el docente juega un rol importante en la selección, adaptación y supervisión de las herramientas de IA, sobre todo en los casos en los que debemos hacer frente a peligros tales como: los errores, los sesgos, la privacidad y la desigualdad digital.

Finalmente, hemos de concluir que las metodologías activas garantizadas por IA suponen una línea con potencial para el aprendizaje y el pensamiento matemático en contextos educativos inclusivos, pero la evidencia actual muestra que no ha sido suficiente para determinar si las posibles evidencias concluyentes lo son por el uso concomitante o fa por la simple presencia del uso de lo anterior. Hacen falta estudios con sucintas por muestras grandes, estudios comparativos, intervenciones longitudinales y mediciones

específicas del razonamiento, la resolución de problemas y la comprensión de los conceptos. El futuro reto no está solo en incluir el uso de la IA en las clases de matemáticas, sino que debemos hacerlo con las metodologías que las necesiten de forma activa, accesible, ética y argumentativa que den respuesta a la diversidad de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramovich, S., Connell, M. L., & Mintz, J. (2025). Digital technology in PK-6 mathematics education. *Computers in the Schools*, 42, 1–6. <https://doi.org/10.1080/07380569.2025.2436820>
- Alarcon Burneo, S. N., Basantes Guerra, J. P., Chaglla Lasluisa, W. F., Carvajal Coronado, D. E., Martínez Oviedo, M. Y., Vargas Saritama, M. E., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Uso de Recursos Manipulativos para Mejorar la Comprensión de Conceptos Matemáticos Abstractos en la Educación Secundaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1972-1988. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13669
- Alé, J., Ávalos, B., & Araya, R. (2025). Scientific practices for understanding, applying and creating with artificial intelligence in K-12 education: A scoping review. *Review of Education*. <https://doi.org/10.1002/rev3.70098>
- Alvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Moran Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Desarrollo del razonamiento en educación básica mediante aprendizaje basado en problemas y lecciones aprendidas de proyectos matemáticos previos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 13998-14014. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14912
- Aráuz Cerezo, E., Tuarez Cobeña, M., Bernal Parraga, A., Yépez Yépez, L., & Loor Quintero, J. (2026). Efecto del aprendizaje cooperativo en el desarrollo de habilidades técnico-tácticas y la motivación en estudiantes de Educación Física durante la enseñanza del baloncesto en secundaria. *Polo del Conocimiento*, 11(4), 2266-2283. <https://doi.org/10.23857/pc.v11i4.11541>
- Bernal Párraga, A. P., Constante Olmedo, D. F., López Sánchez, I. Y., Padilla Portocarrero, D. K., & Duarte Salinas, E. M. (2026). Ecosistema híbrido inteligente para la enseñanza de Ciencias Naturales: un modelo integrador de metodologías activas, IA y regulación emocional. *Tesla Revista Científica*, 6(1). <https://doi.org/10.55204/trc.v6i1.e588>
- Bernal Parraga, A. P., Naguas Nagua, J. A., Villarreal Bonifaz, M. M., Santillán Sevillano, N. D. C., Reyes Ordoñez, J. P., Carrillo Baldeón, V. P., & Macas Pacheco, C. (2025). Gamificación como estrategia innovadora para promover el aprendizaje significativo en Estudios Sociales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 1044-1061. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.15860
- Bernal Parraga, A. P. (2026). Analítica de aprendizaje e inteligencia artificial responsable para la toma de decisiones pedagógicas basadas en datos en educación básica. *LUZ*, 25, e1601. Recuperado a partir de <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1601>
- Bernal Párraga, A. P., Ninahualpa Quiña, G., Cruz Roca, A. B., Sarmiento Ayala, M. Y., Reyes Vallejo, M. E., García Carrillo, M. D. J., & Benavides Espín, D. S. (2024). Innovation in Early Childhood: Integrating STEM from the Area of Mathematics for Significant Improvement. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 5675-5699. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12779

- Bernal Parraga, A. P., Rodríguez Cajas, G. A., & Ramírez Campoverde, E. A. (2026). Impacto de las metodologías activas y tecnologías emergentes en el desarrollo de la comprensión lectora y la escritura creativa en Lengua y Literatura en educación básica. *Educaf5-Berit*, 1(01), 147–157. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18210399>
- Chicaiza, V. (2025). Inteligencia artificial y aprendizaje de idiomas: Personalización del aula de inglés a través de plataformas adaptativas. **Revista Veritas de Difusão Científica*, 6*(2), 477–506. <https://revistaveritas.org/index.php/veritas/article/view/643>
- Cochancela Pérez, N., Bernal Parraga, A., Romero Torres, T., & Morales Loayza, D. (2026). Impacto de las estrategias innovadoras sobre la comprensión lectora y la producción textual en estudiantes de educación básica elemental media y superior. *Polo del Conocimiento*, 11(7), 2447–2471. <https://doi.org/10.23857/pc.v11i7.12154>
- Drljić, K., & Doz, D. (2025). Digital tools and mathematics learning difficulties: A bibliometric analysis (1988–2024). *International Journal of Instruction*. <https://doi.org/10.29333/iji.2025.1821a>
- Efendi, M., Panglipur, I. R., & Murtinasari, F. (2024). Identifying the use of artificial intelligence in math learning based on learning outcomes. *At-Ta'lim: Jurnal Pendidikan*, 10(2). <https://doi.org/10.55210/attalim.v10i2.1689>
- Gardesten, M. (2023). How co-teaching may contribute to inclusion in mathematics education: A systematic literature review. *Education Sciences*, 13(7), 677. <https://doi.org/10.3390/educsci13070677>
- Guerra-Arango, J. A., Oviedo-Guado, D. A., & Murillo-Noriega, D. E. (2025). Inclusive education through technology: A systematic review of types, tools and characteristics. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1527851>
- Gunasegar, D., Devarajah, A. D., & Rosli, R. (2021). A systematic literature review of empirical evidence on students with mathematics learning disabilities. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(10). <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i10.1063>
- Gunnars, F. (2023). A systematic review of special educational interventions for student attention: Executive function and digital technology in primary school. *Journal of Special Education Technology*, 39, 264–276. <https://doi.org/10.1177/01626434231198226>
- Hussein, E., Hussein, M., & Al-Hendawi, M. (2025). Investigation into the applications of artificial intelligence (AI) in special education: A literature review. *Social Sciences*, 14(5), Article 288. <https://doi.org/10.3390/socsci14050288>
- Iyamuremye, A., Nsabayezu, E., Mbonyirivuze, A., & Mbonyubwabo, J. P. (2023). Technology as a tool for assisting students with special educational needs to learn and like mathematics and science: A literature review. *Journal of Classroom Practices*. <https://doi.org/10.58197/prbl/kpod5954>
- Jong, M. S.-Y., Zhai, X., & Chen, W. (2024). Innovative uses of technologies in science, mathematics and STEM education in K-12 contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10530-x>
- León Ruíz, M. E., Bernal Párraga, A. P., Bustamante Peñaherrera, G. S., Yanza Rojas, C. J., Guzmán Quiña, M. de los A., Davila Amari, M. A., & López Villacis, D. E. (2024). Enfoques Pedagógicos para la Enseñanza de Estudios Sociales en Libros de Texto de Educación Básica Superior. *Ciencia*

- Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 9132-9152.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13060
- Maldonado Arias, M. del M., Ferrín Bravo, V. T., Troya Santillán, C. M., Rengel Santin, A. E., & Bernal Parraga, A. P. (2026). Inteligencia Artificial generativa y metodologías activas para transformar la enseñanza y el aprendizaje en Educación Superior. *Saber Estratégico Internacional*, 4(3), 981–999.
<https://doi.org/10.70577/s.e.v4i3.98>
- Marzano, D. (2025). Generative artificial intelligence (GAI) in teaching and learning processes at the K-12 level: A systematic review. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-025-09853-7>
- Mena Castillo, M. L., Iza Maigua, A. C., Bernal Parraga, A. P., & Lalangui Sandoval, J. A. (2026). Neurociencia de la lectura e inteligencia artificial: comparación del método fonológico y global en estudiantes con dislexia temprana. *Tesla Revista Científica*, 6(2), e695.
<https://doi.org/10.55204/trc.v6i2.e695>
- Nagro, S. A., Macedonia, A., Raines, A. R., Day, J., Parker, A., Parsons, S. A., Coogle, C., & Zenkov, K. (2023). A systematic review of teacher factors for successfully educating students with disabilities. *The New Educator*, 19, 77–102. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2023.2193226>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology*, 134, 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001>
- Quinaluisa-Narváez, K. B., & Estévez-Marín, C. E. (2025). Impact of artificial intelligence on special needs education. *Journal of Asian Scientific Research*, 15(4). <https://doi.org/10.55493/5003.v15i4.5779>
- Rahmasari, T., Sujadi, I., Indriati, D., & Nurhasanah, F. (2025). Systematic literature review of mathematics learning strategies for children with special educational needs. *MATHEMA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2). <https://doi.org/10.33365/jm.v7i2.168>
- Redmond-Sanogo, A., Maiorca, C., Roberts, T., Ivy, J., & Burton, M. (2024). Navigating the artificial intelligence landscape: Implications for mathematics, science, and STEM teaching and learning. *School Science and Mathematics*, 124(1), 1–5. <https://doi.org/10.1111/ssm.12635>
- Rizos, I., Foykas, E., & Georgakopoulos, S. (2024). Enhancing mathematics education for students with special educational needs through generative AI: A case study in Greece. *Contemporary Educational Technology*. <https://doi.org/10.30935/cedtech/15487>
- Rodriguez López, E. M., Bernal Parraga, A. P., Cuero González, O. V., Gavilanez González, L. C., & Merchán Ortiz, S. T. (2026). Gamification-based learning in EFL classrooms: Effects on motivation and communicative competence in secondary education. *Prometeo Conocimiento Científico*, 6(1), e125. <https://doi.org/10.55204/pcc.v6i1.e125>
- Santana Mero, A. P., Bernal Parraga, A. P., Herrera Cantos, J. F., Bayas Chacha, L. M., Muñoz Solorzano, J. M., Ordoñez Ruiz, I., Santin Castillo, A. P., & Jijon Sacon, F. J. (2024). Aprendizaje Adaptativo: Innovaciones en la Personalización del Proceso Educativo en Lengua y Literatura a través de la

- Tecnología. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 480-517. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12292
- Serrano Aguilar, N. S., Paredes Montesdeoca, D. G., Silva Carrillo, A. G., Pilatasig Patango, M. R., Ibáñez Oña, J. E., Tumbez Cunuhay, L. F., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Aprendizaje Híbrido: Modelos y Prácticas Efectivas para la Educación Post-Pandemia. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 10074-10093. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13152
- Shumilova, E. A., Prano, K. L., & Makuha, L. S. (2022). Digital tools for assessing educational achievements by students with disabilities in an inclusive educational environment. Perspectives of Science and Education. <https://doi.org/10.32744/pse.2022.6.19>
- Stalmach, A., D'Elia, P., Di Sano, S., & Casale, G. (2023). Digital learning and self-regulation in students with special educational needs: A systematic review of current research and future directions. Education Sciences, 13(10), 1051. <https://doi.org/10.3390/educsci13101051>
- Steinbauer, G., Kandlhofer, M., Chklovski, T., Heintz, F., & Koenig, S. (2021). Education in artificial intelligence K-12. KI – Künstliche Intelligenz, 35, 127–129. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00734-6>
- Tang, W. (2025). Artificial intelligence in mathematics education: Trends, challenges, and opportunities. International Journal of Research in Mathematics Education, 3(1). <https://doi.org/10.24090/ijrme.v3i1.13496>
- Tello Mayorga, L. E., Bowen Castro, D. J., Rosero Ubidia, A. M., Rea Elizalde, C. A., & Bernal Parraga, A. P. (2025). El papel del orientador educativo en la prevención del acoso escolar modelos de intervención basados en evidencia. ASCE, 4(3), 1089–1115. <https://doi.org/10.70577/ASCE/1089.1115/2025>
- Troya Santillán, C. M., Bernal Párraga, A. P., Guaman Santillan, R. Y., Guzmán Quiña, M. de los A., & Castillo Alvare, M. A. (2024). Formación Docente en el Uso de Herramientas Tecnológicas para el Apo-yo a las Necesidades Educativas Especiales en el Aula. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 3768-3797. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11588
- Troya, B. N., Arzube, M. C., Arzube, D. M., Troya, C. M., Martínez, M. Y., Zapata, Y. F. y Bernal, A. P. (2024). Liderazgo Educativo Transformacional: Estrategias para Inspirar y Motivar a los Docentes en el Contexto Escolar. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(5), 2230-2246. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13687
- Villacreses Sarzoza, E. G., Nancy Maribel, M. C., Calderón Quezada, J. E., Víctor Gregory, T. V., Iza Chungandro, M. F., Tandazo Sarango, F. E., & Bernal Párraga, A. P. (2025). Inteligencia Artificial: Transformando la Escritura Académica y Creativa en la Era del Aprendizaje Significativo. Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano, 6(1), 1427–1451. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v6i1.533>
- Yue, M., Jong, M. S.-Y., & Dai, Y. (2022). Pedagogical design of K-12 artificial intelligence education: A systematic review. Sustainability, 14(23), 15620. <https://doi.org/10.3390/su142315620>