



Efectos del aprendizaje basado en retos sobre el pensamiento lógico-matemático: análisis de investigaciones previas

Effects of challenge-based Learning on logical-mathematical thinking: an analysis of previous research

Fecha de recepción:
16 de enero 2026

Fecha de aprobación:
26 de febrero 2026



<https://hdl.handle.net/20.500.14492/33211>

Jaime Manuel Rivas Mantuano

Ecuador

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

econjaimerivas_89@outlook.es

 <https://orcid.org/0009-0001-5217-4315>

Argenis de Jesús Montilla Pacheco

Ecuador

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

argenis.montilla@uleam.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0001-9739-4971>

Resumen

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) se ha consolidado como una metodología activa capaz de articular problemas reales, tecnología y colaboración, lo que ha impulsado un creciente interés por su potencial para fortalecer procesos cognitivos complejos. Entre ellos, el pensamiento lógico-matemático que destaca como una competencia valiosa en la formación científica y ciudadana del siglo XXI. No obstante, la evidencia disponible se encuentra dispersa y presenta enfoques metodológicos heterogéneos, lo que dificulta una comprensión integrada de su impacto. El objetivo de esta revisión fue analizar de manera sistemática y crítica algunas investigaciones existentes sobre los efectos del ABR en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático, identificando teorías, fortalezas metodológicas y vacíos en la literatura. Metodológicamente, consistió en una revisión narrativa con criterios sistemáticos de búsqueda en diversas bases de datos académicas. Se seleccionaron estudios empíricos y teóricos publicados en los últimos diez años que relacionan explícitamente el ABR con el desarrollo de habilidades numéricas. Asimismo, se evaluaron enfoques pedagógicos, diseños metodológicos, indicadores cognitivos y contextos de implementación. Los resultados ponen de manifiesto que la referida metodología de aprendizaje favorece la resolución de problemas, el razonamiento deductivo y la transferencia cognitiva, especialmente cuando incorpora escenarios de trabajo colaborativo.

Palabras clave: aprendizaje, educación, innovación educativa, metodología, razonamiento.

Abstract

Challenge-Based Learning (CBL) has become established as an active methodology capable of integrating real-world problems, technology, and collaboration, which has fueled growing interest in its potential to

strengthen complex cognitive processes. Among these, logical-mathematical thinking stands out as a valuable competency in 21st-century scientific and civic education. However, the available evidence is scattered and presents heterogeneous methodological approaches, hindering an integrated understanding of its impact. The objective of this review was to systematically and critically analyze existing research on the effects of CBL on the development of logical-mathematical thinking, identifying theories, methodological strengths, and gaps in the literature. Methodologically, it consisted of a narrative review with systematic search criteria in various academic databases. Empirical and theoretical studies published in the last ten years that explicitly link CBL to the development of numerical skills were selected. Pedagogical approaches, methodological designs, cognitive indicators, and implementation contexts were evaluated. The results show that the aforementioned learning methodology helps in problem-solving, deductive reasoning, and cognitive transfer, especially when it incorporates collaborative work scenarios.

Keywords: education, innovation in education, learning, methodology, reasoning.

1. Introducción

En diversos contextos educativos, los estudiantes evidencian desempeños subóptimos en el razonamiento lógico y matemático cuando las clases se limitan a la mera transmisión de contenidos (Díaz-Barriga y Hernández, 2010). Estudios recientes advierten que dicho razonamiento difícilmente prospera bajo métodos expositivos convencionales (Guamán, 2023). Por ello, la resolución de problemas y la modelación matemática mediante abordajes centrados en retos contextualizados se consideran estrategias promisorias para revertir este déficit (Susilawati y Suryadi, 2020; Posso et al., 2022; Villa et al., 2023).

En este sentido, el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) ha surgido como metodología activa, fundamentada en el aprendizaje experiencial, que compromete al estudiante con desafíos reales, promueve la reflexión crítica, la creatividad, la colaboración y la autonomía (Kriswandani, 2025; Torres-Peña et al., 2025). Sin embargo, su ejecución efectiva requiere condiciones institucionales que garanticen coherencia curricular, planificación y acompañamiento docente (Fidalgo et al., 2017; Gibert et al., 2018), por cuanto la gestión educativa influye directamente en la puesta en operatividad del currículo y sus metodologías (Posso et al., 2021).

En ese contexto, Suárez (2019) manifiesta que estudios desarrollados en diferentes áreas del currículo, tales como la tecnología, ponen a la luz que la implementación del ABR es idóneo para lograr en el estudiante el desarrollo de competencias aplicadas en contextos educativos escolares.

Gaskins et al. (2015) refieren que este enfoque se ha implementado exitosamente en recintos universitarios, con énfasis en ingeniería y ciencias aplicadas, donde el ABR ha demostrado su capacidad transformadora en los entornos de aprendizaje hacia modelos centrados en el educando y la resolución de problemas. Mientras que Alaya y Lizana (2019) explican que las experiencias pasadas en nivel de educación secundaria reflejan que el Aprendizaje Basado en Retos beneficia el fortalecimiento de competencias en múltiples áreas curriculares, entre las cuales se encuentran las ciencias sociales, al promover la participación activa, el análisis contextual y la resolución de problemáticas reales.

Este modelo, desde la visión de Rodríguez y Naranjo (2016) se inserta en la tradición de metodologías activas que consideran al aprendizaje un proceso activo de construcción del conocimiento a partir de problemas reales y significativos. Asimismo, investigaciones publicadas en los últimos años reportan mejoras en la capacidad espacial y en la resolución de problemas matemáticos cuando se aplica ABR, en comparación con métodos expositivos tradicionales (Pinos et al., 2024; Yuhana y Fajari, 2025).

Rodanelli (2019) destaca que experiencias en educación básica con casos matemáticos estructurados desde el ABR reportan mejoras en la aprehensión de contenidos y participación del colectivo estudiantil; sin embargo, el problema radica en que la evidencia mostrada hasta ahora es fragmentaria y heterogénea, pues los estudios varían en diseño, población, indicadores de evaluación y contexto de implementación (Abdullah et al., 2020; Iza et al., 2025). En consecuencia, aún no existe un consenso robusto sobre la consistencia ni la generalización del impacto del ABR en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático ya que su eficacia, replicabilidad y efecto a largo plazo, permanecen inciertos.

Por lo tanto, la pregunta central que orienta esta revisión es la siguiente: ¿qué evidencia empírica reporta la literatura reciente sobre el impacto del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en contraste con enfoques de instrucción directa u otras metodologías tradicionales? El estudio se circunscribe al campo de la didáctica de las matemáticas, con énfasis en los niveles de educación básica y media, donde se concentra la mayor parte de la producción científica identificada, sin excluir aportes emergentes en educación superior. Esta delimitación exige una síntesis crítica y rigurosa de la bibliografía disponible.

Los objetivos específicos fueron tres: el primero, revisar los enfoques teóricos y modelos pedagógicos que sustentan la aplicación del mencionado aprendizaje en el ámbito del pensamiento lógico-matemático; el segundo, evaluar la calidad metodológica, consistencia de resultados y relevancia pedagógica de los estudios empíricos que investigan la relación entre ABR y dicho pensamiento y el tercero, sintetizar los principales hallazgos, limitaciones y proyecciones de la investigación existente, proponiendo líneas de estudio futuras que fortalezcan la comprensión del impacto del ABR en el desarrollo cognitivo-matemático de los estudiantes.

2. Método

2.1 Diseño

El estudio se desarrolló mediante un diseño de revisión bibliográfica con alcance analítico-integrador, centrado en examinar rigurosamente la producción científica sobre el Aprendizaje Basado en Retos y su relación con el pensamiento lógico-matemático. Se adoptó una estrategia de análisis mixto de datos secundarios, combinando procedimientos de síntesis cualitativa de contenido con análisis cuantitativos de carácter descriptivo y bibliométrico. Esta articulación permitió identificar regularidades empíricas, tendencias metodológicas y patrones en los resultados reportados por investigaciones publicadas recientemente (Yuhana y Fajari, 2023; Galdames-Calderón et al., 2024a; Torres-Peña et al., 2024).

Este proceder investigativo responde a la heterogeneidad epistemológica y metodológica observada en la bibliografía revisada, lo que facilita integrar hallazgos derivados de diversos contextos educativos, niveles de formación y diseños empíricos. La combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos fortalece la validez interpretativa y amplía las posibilidades analíticas del estudio (Hernández-Sampieri et al., 2018).

2.2 Localización de documentos

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en bases de datos académicas reconocidas, específicamente Scopus, Web of Science, ERIC, Redalyc y SciELO, seleccionadas por su cobertura en el ámbito de la educación y la didáctica de las matemáticas. La consulta se realizó entre enero y marzo de 2025. Se emplearon palabras clave en español e inglés relacionadas con Aprendizaje Basado en Retos, razonamiento lógico, pensamiento lógico-matemático y educación matemática, combinadas mediante operadores booleanos (AND, OR), ajustados a las especificidades de cada plataforma.

El periodo considerado para la revisión de publicaciones estuvo comprendido entre los años 2020 y 2025, de modo que fuera posible, según señalan Susilawati y Suryadi (2020) y Torres-Peña et al. (2024), reconocer aportes recientes alineados con las transformaciones contemporáneas en metodologías activas y didáctica de la matemática.

Como resultado de la búsqueda inicial, se identificaron 112 títulos. Tras eliminar 25 duplicados, se conservaron 87 publicaciones para la revisión de títulos y resúmenes. En esta fase se excluyeron 49 trabajos por no abordar explícitamente el ABR o carecer de relación directa con el razonamiento lógico-matemático. Posteriormente, se evaluaron 38 artículos a texto completo y se excluyeron 20 por debilidades metodológicas o ausencia de indicadores cognitivos matemáticos. Finalmente, 18 estudios cumplieron todos los criterios de inclusión y conformaron la muestra analizada.

2.3 Participantes

Dado que este estudio es de carácter documental, los participantes no corresponden a sujetos humanos, sino a unidades de análisis constituidas por documentos científicos. En este sentido, los participantes del estudio fueron artículos académicos y revisiones sistemáticas publicados en revistas científicas arbitradas que abordan explícitamente la relación entre el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el desarrollo del pensamiento lógico-matemático.

A partir del proceso de localización descrito en el apartado anterior, se identificaron inicialmente 112 documentos potencialmente pertinentes. Tras la eliminación de 25 registros duplicados, la población quedó conformada por 87 publicaciones. Posteriormente, mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, se seleccionaron 38 artículos para revisión a texto completo. Finalmente, 18 estudios cumplieron todos los criterios metodológicos y temáticos establecidos, constituyendo la muestra definitiva del presente estudio.

El muestreo fue de tipo intencional o criterial, dado que la selección de documentos respondió al cumplimiento de condiciones específicas relacionadas con pertinencia temática, claridad metodológica

y presencia de indicadores cognitivos matemáticos explícitos. Este procedimiento permitió delimitar un corpus documental coherente con los objetivos de la investigación y garantizar la calidad académica de las fuentes analizadas.

2.4 Criterios de inclusión y exclusión

La selección de la documentación bibliográfica revisada se desarrolló a través de un proceso secuencial. Se cumplió una fase inicial donde se analizaron títulos y resúmenes con la idea de verificar la pertinencia temática. Después, los textos completos se evaluaron en atención a su coherencia teórica, claridad del diseño metodológico empleado, explicitación de procedimientos analíticos y la relevancia de los resultados. En ese sentido, siguiendo las recomendaciones de Yuhana y Fajari (2025), se incluyeron investigaciones empíricas y revisiones académicas publicadas en revistas científicas arbitradas, desarrolladas en contextos educativos formales y enfocadas en la aplicación del Aprendizaje Basado en Retos.

Se dio especial prioridad, según recomiendan Susilawati y Suryadi (2020) y Torres-Peña et al. (2024), a estudios donde se reportan indicadores observables relacionados con el tema de análisis, en este caso, el pensamiento lógico-matemático, entre estos, el razonamiento formal, la resolución de problemas, la modelación matemática o transferencia cognitiva. Por otro lado, se excluyeron documentos divulgativos, informes técnicos carentes de arbitraje y trabajos cuya orientación principal no guardaba relación alguna con procesos cognitivos matemáticos.

2.5 Recolección de datos

La recolección de datos se realizó a partir de los documentos seleccionados que conformaron la muestra definitiva del estudio ($n = 18$). Dado el carácter documental de la investigación, los datos no se obtuvieron mediante interacción directa con sujetos, sino a través de un proceso sistemático de revisión y extracción de información contenida en los trabajos científicos incluidos.

Para ello, se diseñó una matriz de análisis estructurada específicamente para la revisión, tal como recomiendan Galdames-Calderón et al. (2024), quienes destacan la importancia de contar con instrumentos organizativos en estudios con criterios sistemáticos. Esta matriz permitió identificar, registrar y sistematizar información de interés para los objetivos de la investigación.

Se consideraron como datos pertinentes aquellos relacionados con: (a) características bibliométricas (año de publicación, país, revista), (b) nivel educativo de aplicación, (c) diseño metodológico, (d) tamaño muestral cuando fue reportado, (e) instrumentos de evaluación utilizados, (f) indicadores de pensamiento lógico-matemático evaluados, entre estos, resolución de problemas, razonamiento formal, habilidades espaciales o modelación matemática, y (g) principales resultados cuantitativos y cualitativos.

La selección de la información extraída se orientó por su relevancia directa para responder a la pregunta de investigación, privilegiando datos que facilitarían el análisis de la consistencia metodológica de los estudios y la naturaleza y magnitud de los efectos reportados. Aquellos contenidos descriptivos sin vinculación explícita con el desarrollo del pensamiento lógico-matemático no fueron considerados para la síntesis analítica.

En cuanto al tratamiento de la información, se emplearon técnicas de codificación inspiradas en los principios propuestos por Strauss y Corbin (2002), autores que señalan que la categorización facilita la identificación de regularidades y relaciones conceptuales en datos cualitativos. En el estudio que ocupa estas líneas no se adoptó la Teoría Fundamentada como diseño metodológico; sin embargo, se utilizaron procedimientos de codificación para estructurar y organizar los hallazgos de manera sistemática.

La información cualitativa fue agrupada en categorías analíticas siguiendo orientaciones metodológicas de Hernández-Sampieri et al. (2018), mientras que los datos cuantitativos se organizaron en tablas de frecuencia para su posterior tratamiento estadístico descriptivo. Este procedimiento permitió sistematizar la información de forma homogénea, facilitando el análisis comparativo y la identificación de tendencias dentro del grupo de documentos considerados.

2.6 Análisis de la información

El análisis se desarrolló en dos niveles complementarios. Primero, se realizó un análisis cualitativo de contenido para identificar enfoques teóricos y estrategias pedagógicas. En segundo lugar, se empleó estadística descriptiva (frecuencias y porcentajes) para examinar la distribución temporal y los diseños metodológicos. Asimismo, se extrajeron los tamaños de efecto reportados en los estudios que lo permitieron con fines exploratorios, dada la heterogeneidad de las métricas utilizadas.

Cuando algún estudio presentó métricas comparables, como tamaños de efecto o diferencias medias, estas se registraron con fines exploratorios. No obstante, la heterogeneidad en los indicadores reportados limitó la posibilidad de realizar una síntesis cuantitativa sistemática.

2.7 Interpretación

La lectura integrada de las investigaciones incluidas permite observar que las propuestas basadas en el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) no constituyen un bloque homogéneo, sino un conjunto diverso de experiencias que comparten una premisa común: situar el conocimiento matemático en escenarios problemáticos contextualizados. Desde esta revisión, se interpreta que el impacto reportado en el pensamiento lógico-matemático no depende únicamente de la metodología declarada, sino del modo en que el reto se articula con objetivos matemáticos explícitos, mediación docente y evaluación coherente. En los estudios de diseño cuasi experimental, como los desarrollados por Susilawati y Suryadi (2020) y Abdullah et al. (2020), el ABR muestra efectos positivos cuando el reto exige movilizar estructuras cognitivas vinculadas con visualización espacial, razonamiento formal y resolución estratégica de problemas. Aun así, la magnitud de tales efectos varía según la duración de la intervención y la claridad en la operacionalización de los indicadores evaluados. Partiendo de esta perspectiva, el autor observa que el ABR funciona como catalizador del pensamiento lógico-matemático siempre que existe alineación entre desafío, contenido y medición.

En las experiencias didácticas implementadas en educación básica y media, como las reportadas por Villa et al. (2023) y Torres-Peña et al. (2025) se advierte una tendencia hacia la mejora en competencias matemáticas cuando los retos promueven argumentación, comunicación de estrategias y trabajo colaborativo. En estos casos, el avance no se limita a la ejecución procesal, sino que se extiende

a la interpretación y modelación de situaciones. Esto sugiere que el ABR potencia dimensiones del pensamiento matemático que trascienden la repetición algorítmica.

Al contrastar estos hallazgos con los marcos teóricos abordados en la fundamentación, se evidencia una coherencia significativa. Desde la perspectiva heurística de Polya (1945) y el enfoque de resolución de problemas de Schoenfeld (1985), el aprendizaje matemático competente requiere comprensión, planificación estratégica y regulación metacognitiva. Los retos, cuando están bien diseñados, activan precisamente estos procesos. Asimismo, el marco de la competencia matemática de Kilpatrick et al. (2001) encuentra correspondencia en las habilidades que los estudios reportan como fortalecidas: comprensión conceptual, competencia estratégica y razonamiento adaptativo.

Visto desde el constructivismo y lo sociocultural, en línea con Sfard (2008), el ABR favorece la construcción discursiva del conocimiento matemático al situar al estudiante en prácticas argumentativas y colaborativas, aunque no todas las investigaciones explicitan su marco epistemológico, generando una brecha entre práctica pedagógica y fundamentación teórica. En algunos casos, el reto se presenta a modo de recurso metodológico innovador, pero sin un anclaje conceptual bien definido que explique por qué y cómo debería producir efectos cognitivos específicos.

En consecuencia, la interpretación global de la evidencia sugiere que el ABR posee potencial consistente para fortalecer el pensamiento lógico-matemático, aunque su eficacia depende de condiciones pedagógicas concretas: claridad conceptual del reto, secuenciación didáctica progresiva, evaluación alineada y mediación docente sostenida. Cuando estos elementos se debilitan, el reto corre el riesgo de convertirse en una actividad motivacional sin impacto cognitivo profundo.

2.8 Evaluación crítica

La evidencia revisada muestra el potencial del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) para enriquecer el pensamiento lógico-matemático, particularmente en dimensiones vinculadas con la resolución de problemas, el pensamiento formal y la transferencia cognitiva. Entre sus principales fortalezas están: coherencia con enfoques constructivistas, articulación con los contextos reales y su alineación con modelos contemporáneos de competencia matemática. Esta metodología impulsa autonomía, colaboración y argumentación, componentes centrales en la formación matemática actual.

Se identifican al mismo tiempo limitaciones relevantes. La heterogeneidad metodológica restringe la comparación entre estudios y dificulta una síntesis cuantitativa sólida. En varios trabajos se observan vacíos en la explicitación de marcos teóricos o en el informe detallado de propiedades psicométricas, lo cual afecta la coherencia entre fundamentación conceptual, implementación didáctica y medición de resultados. La reducida presencia de diseños experimentales con control riguroso también limita el alcance inferencial de algunos hallazgos. El tema adquiere especial pertinencia para América Latina, región que enfrenta desafíos persistentes en el desempeño matemático según evaluaciones internacionales. El ABR, al vincular contenidos matemáticos con problemáticas del entorno social y comunitario, brinda una alternativa pedagógica con potencial transformador. Su consolidación en el contexto latinoamericano exige formación docente consistente, planificación curricular estratégica y sistemas de evaluación alineados que garanticen consistencia y sostenibilidad en el tiempo.

2.9 Contribución del autor

Sobre la base del análisis realizado, se propone un Modelo de Alineación Cognitivo-Didáctica del Reto (MACDR) para la enseñanza de la matemática, orientado a garantizar coherencia entre diseño pedagógico, procesos cognitivos y evaluación del desempeño lógico-matemático. El modelo se estructura en tres ejes interrelacionados. El primero es el eje del reto estructurado, en el que el desafío se formula partiendo de un problema contextualizado que exija movilización explícita de conceptos matemáticos, evitando actividades meramente motivacionales. El reto implica el análisis, la toma de decisiones y la argumentación. El segundo es el eje del proceso cognitivo, en este, cada reto se vincula con procesos específicos del pensamiento lógico-matemático, tales como pensamiento adaptativo, modelación, control metacognitivo y transferencia. Esta correspondencia debe estar declarada en la planificación didáctica. El tercero viene a ser el eje de evaluación coherente, allí, los instrumentos de evaluación deben medir los mismos procesos que el reto pretende desarrollar, incorporando criterios de argumentación, justificación y resolución estratégica, más allá de la respuesta final correcta.

El modelo sostiene que el impacto del ABR depende del grado de alineación entre estos tres ejes. Cuando existe coherencia estructural se favorece el desarrollo integral del pensamiento matemático; pero si la alineación es débil, el reto pierde profundidad cognitiva.

Se propone, igualmente, que futuras investigaciones en América Latina adopten este marco para diseñar intervenciones con mayor consistencia metodológica, lo que permitiría fortalecer la comparabilidad empírica y avanzar hacia una validación contextualizada del ABR en la didáctica de la matemática.

3. Desarrollo

3.1 Caracterización metodológica de los estudios incluidos

La síntesis se organizó mediante una matriz de extracción. En ella se integraron variables bibliométricas y metodológicas, enfatizando en nivel educativo, tipo de diseño y de evidencia cuantitativa reportada e indicadores evaluados.

La tabla 1 recopila las características de los estudios incluidos en el conjunto de publicaciones analizado y sustenta la lectura comparativa de resultados.

Tabla 1. Síntesis de estudios incluidos y variables metodológicas

Autoría (año)	Nivel educativo	Diseño metodológico	Indicador matemático	Tipo de evidencia
Susilawati y Suryadi (2020)	Media	Cuasi experimental	Habilidad espacial	Pruebas estadísticas
Guamán y Erreyes (2023)	Básica/ Media	Empírico aplicado	Razonamiento lógico-matemático	Resultados comparativos
Villa et al. (2023)	Básica superior	Implementación didáctica	Competencias matemáticas	Indicadores de logro
Pinos Vargas et al. (2024)	Básica	Intervención educativa	Pensamiento matemático crítico	Resultados descriptivos
Galdames-Calderón et al. (2024)	Superior	Revisión sistemática	CBL y competencias	Síntesis de tendencias
Torres-Peña et al. (2025)	Básica	Experiencia de enseñanza	Pensamiento numérico	Evidencia de desempeño
Kriswandani y Kusuma (2025)	Básica	Mixto	Razonamiento matemático	Porcentajes de efectividad
Torres-Peña et al. (2024)	Media	Empírico	Razonamiento numérico	Resultados cuantitativos
Yuhana et al. (2023)	Media/ Superior	Meta-análisis	Resolución de problemas	Tamaños de efecto
Yuhana y Fajari (2025)	Multinivel	Meta-análisis	Pensamiento matemático	Síntesis cuantitativa
Abdullah et al. (2020)	Media	Cuasi experimental	Rendimiento matemático	Comparación de medias
Iza et al. (2025)	Básica	Intervención	Pensamiento lógico-matemático	Resultados empíricos
Kriswandani (2023)	Básica	Empírico	Razonamiento matemático	Resultados cuantitativos
Villa et al. (2022)	Media	Implementación didáctica	Competencias matemáticas	Indicadores académicos
Pinos et al. (2023)	Básica	Intervención	Razonamiento matemático	Resultados cuantitativos
Guamán (2023)	Media	Empírico	Razonamiento lógico	Contraste de resultados
Susilawati et al. (2021)	Media	Cuasi experimental	Habilidad espacial	Pruebas estadísticas
Torres-Peña et al. (2022)	Básica	Experiencia pedagógica	Pensamiento numérico	Evidencia de mejora

Nota. Elaboración propia. La clasificación por nivel corresponde al contexto declarado en cada estudio.

En el conjunto de estudios analizados se observa mayor presencia de investigaciones en niveles de educación básica, seguida por la educación media. Aunque la presencia de estudios en educación superior es reducida dentro de la muestra (5,6 %), el trabajo identificado se orienta hacia la caracterización de prácticas docentes y revisadas académicas. Este dato, si bien no permite inferencias concluyentes, sugiere que en dicho nivel predomina un interés por la sistematización y análisis de experiencias más que por intervenciones cuasi experimentales.

3.2 Distribución de los estudios por nivel educativo

La escasa representación de estudios en educación superior, evidenciada en la tabla 2, sugiere un foco investigativo predominantemente orientado hacia niveles de educación básica y media. En el único estudio identificado para el nivel universitario se observa una orientación hacia la sistematización de prácticas docentes, en línea con lo reportado por Galdames-Calderón et al. (2024) respecto a la caracterización de experiencias en educación superior.

Tabla 2. *Distribución de estudios por nivel educativo (n = 18)*

Nivel educativo	Frecuencia	Porcentaje
Media	6	33,3 %
Básica/Media	1	5,6 %
Básica superior	1	5,6 %
Básica	7	38,9 %
Superior	1	5,6 %
Media/Superior	1	5,6 %
Multinivel	1	5,6 %

Nota. Elaboración propia.

De los 18 estudios incluidos, tres adoptaron un diseño cuasi experimental y emplearon pruebas estadísticas o comparación de medias para evaluar el impacto del ABR en el desempeño matemático. Estos trabajos reportaron resultados favorables en indicadores como visualización espacial y razonamiento, aunque la magnitud y consistencia de las diferencias variaron entre investigaciones.

3.3 Evidencia empírica sobre desempeño lógico-matemático

En estudios desarrollados en contextos latinoamericanos se describen mejoras en resolución de problemas y argumentación matemática (Guamán y Erreyes, 2023; Pinos et al., 2024). Estos resultados aparecen con mayor frecuencia cuando se integran actividades contextualizadas, mediación docente y trabajo colaborativo.

En educación básica, las experiencias centradas en pensamiento numérico reportan avances en interpretación de situaciones y procedimientos de cálculo (Torres-Peña et al., 2025). También se observa progreso en la comunicación de estrategias de solución y en actividades de desempeño.

Además, algunas intervenciones combinan recursos lúdicos con modelos basados en problemas y retos. En estos casos se reportan incrementos en razonamiento matemático, junto con indicadores de aceptabilidad y uso pedagógico (Kriswandani y Kusuma, 2025).

3.4 Fundamentación teórica del pensamiento lógico-matemático

Los avances que reporta la bibliografía revisada sugieren que el desarrollo del pensamiento lógico-matemático implica procesos de análisis, establecimiento de relaciones, control metacognitivo y argumentación formal que trascienden la mera ejecución procedimental. Desde la perspectiva de la resolución de problemas, Schoenfeld (1985) sostiene que el desempeño matemático competente requiere de conocimiento conceptual y procedimental, sino también, de estrategias heurísticas y regulación cognitiva. En esta misma línea, Polya (1945) plantea que la actividad matemática se estructura a partir de procesos heurísticos orientados a comprender el problema, diseñar un plan, ejecutarlo y revisar la solución, lo que evidencia la centralidad de la reflexión estratégica.

Desde una perspectiva epistemológica, los estudios revisados evidencian una convergencia hacia enfoques constructivistas y socioculturales del aprendizaje matemático, en los que el conocimiento se construye mediante interacción con situaciones problemáticas contextualizadas. En este sentido, el ABR se alinea con marcos que conciben el aprendizaje como proceso activo de modelación, argumentación y validación social del conocimiento matemático. Sin embargo, no todos los estudios explicitan su posicionamiento epistemológico, lo que limita la profundidad teórica de algunas implementaciones.

De igual manera, el aprendizaje matemático ha sido entendido como un proceso de construcción discursiva y conceptual (Sfard, 2008), en el que la comprensión se consolida mediante la articulación de significados y representaciones. De modo complementario, el marco de la «*mathematical proficiency*» propuesto por Kilpatrick et al. (2001) destaca componentes interrelacionados como la comprensión conceptual, la fluidez procedimental, la competencia estratégica y el razonamiento adaptativo, todos ellos coherentes con las habilidades promovidas en entornos basados en retos. En este sentido, Hiebert et al. (1997) enfatizan que la comprensión en matemática implica establecer conexiones significativas entre ideas, más allá de la repetición mecánica de algoritmos.

En el ámbito de la educación superior, la evidencia sintetizada se concentra en revisiones y análisis de prácticas pedagógicas que enfatizan el diseño del reto como elemento estructurador del aprendizaje. Estas experiencias tienden a privilegiar autonomía, trabajo colaborativo y resolución de situaciones abiertas, condiciones que, desde los marcos antes señalados, favorecen la transferencia de conocimientos matemáticos hacia contextos novedosos.

En general, el ABR se asocia con mejoras en indicadores de desempeño matemático, particularmente cuando existe alineación entre el reto planteado, los contenidos matemáticos involucrados y los instrumentos de evaluación empleados. Aun así, la heterogeneidad en diseños e instrumentos limita comparaciones directas entre estudios.

3.5 Variabilidad metodológica y limitaciones de síntesis

Del mismo modo, la variabilidad en la magnitud de los resultados parece estar vinculada con diferencias en la duración de la intervención, el grado de estructuración del reto y los procedimientos de evaluación utilizados, lo que sugiere la necesidad de mayor estandarización metodológica en futuras investigaciones.

Este punto tiene efecto directo en la interpretación de resultados y en la posibilidad de sintetizar tamaños de efecto. En consecuencia, se sugiere que en investigaciones por venir se reporten detalladamente propiedades psicométricas, procedimientos de calificación y criterios de equivalencia entre medidas, además de indicadores cuantitativos suficientes para realizar una síntesis estadística posterior (Hernández-Sampieri et al., 2018).

3. 6 Implicaciones pedagógicas derivadas de la revisión

Para cerrar, debe señalarse que en la bibliografía objeto de esta revisión se identificaron implicaciones pedagógicas que dan pie para señalar que el ABR favorece aprendizajes matemáticos significativos, sobre todo cuando el diseño integra objetivos matemáticos explícitos, secuencia de tareas con progresión y evaluación alineada. La evidencia revisada defiende la pertinencia de seguir investigando con reportes completos de resultados, donde se priorice transparencia metodológica y comparabilidad de métricas.

4. Conclusiones

Primero, la síntesis de evidencia empírica (2020-2025) corrobora que el ABR se asocia con mejoras en resolución de problemas y razonamiento formal, particularmente en educación básica y media, cuando se emplean diseños comparativos con mediciones cuantificables. Segundo, la efectividad del ABR depende de condiciones pedagógicas específicas: alineación entre retos y objetivos matemáticos, mediación docente sostenida e instrumentos de evaluación coherentes. Las intervenciones que integran estos criterios reportan desempeños superiores frente a métodos expositivos. Tercero, la heterogeneidad metodológica identificada (diseños, duración, instrumentos) restringe las comparaciones directas y las síntesis estadísticas de mayor alcance. No obstante, la convergencia de hallazgos respalda la pertinencia del ABR en la enseñanza de la matemática.

Finalmente, se recomienda fortalecer investigaciones con diseños más rigurosos y reportes detallados de propiedades psicométricas. Dada la escasa representación de estudios en educación superior en esta muestra ($n=1$), se sugiere ampliar la evidencia en este nivel y en contextos de América Latina para validar la generalización de los hallazgos.

Agradecimiento a los revisores

La Revista «La Universidad» agradece a los siguientes revisores por su evaluación y sugerencias en este artículo:

Mtro. Juan José Moreno

Docente de la Facultad de Ciencias Naturales y
Matemática, Universidad de El Salvador.
juan.moreno@ues.edu.sv

Mtro. Zenón Portillo Rivas

Docente de la Facultad de Ciencias Naturales y
Matemática, Universidad de El Salvador.
zenon.portillo@ues.edu.sv

Sus aportes fueron fundamentales para mejorar la calidad y rigor de esta investigación.

5. Referencias

- Abdullah, N. I., Tarmizi, R. A., y Abu, R. (2010). The effects of problem-based learning on mathematics performance and affective attributes in learning statistics at form four secondary level. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 8, 370–376. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810021579>
- Alaya, D. M., y Lizana, J. (2019). *Aprendizaje basado en retos y las competencias del área de ciencias sociales de educación secundaria, Institución Educativa N.º 16634 Chirinos* [Tesis de licenciatura no publicada, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41133/Alaya_CDM-
- Díaz-Barriga, F., y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (3.ª ed.). McGraw-Hill.
- Fidalgo, A., Sein-Echaluce, M. L., y García, F. J. (2017). Aprendizaje basado en retos en una asignatura académica universitaria. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (25), 1–8. <https://dialnet.unirioja.es/metricas/documentos/ARTREV/6067451>
- Galdames-Calderón, M., Contreras, G., y Salinas, A. (2024a). Revisiting challenge-based learning in higher education: A systematic academic review. *Education Sciences*, 14(9), 1008. <https://doi.org/10.3390/educsci14091008>
- Galdames-Calderón, M., Stavnskær Pedersen, A., y Rodríguez-Gómez, D. (2024b). Systematic review: Revisiting challenge-based learning teaching practices in higher education. *Education Sciences*, 14(9), 1008. <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/9/1008>
- Gaskins, W., Johnson, J., Maltbie, C., y Kukreti, A. (2015). Changing the learning environment in the College of Engineering and Applied Science using challenge-based learning. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(1), 33–41. <https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/4138/3388>
- Gibert, R., Rojo, M., Torres, J. G., y Becerril, H. (2018). Aprendizaje basado en retos. *Revista Electrónica Anfei Digital*, (9), 1–11. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/viewFile/465/1114>
- Guamán, P., y Erreyes, H. (2023). Aprendizaje basado en retos y el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en contextos reales. *Revista Uniandes Episteme*, 10(1), 119–133. <https://www.redalyc.org/journal/5646/564676367010/html/>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com.mx/metodologia-de-la-investigacion-9781456260965>
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A., y Wearne, D. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Heinemann. <https://www.heinemann.com/products/e00348.aspx>

- Iza Tubon, N. E., Guamanquispe Tigse, V. A., Vásconez Coloma, C. A., Barreno Silva, M. C., y Mañay Montero, H. M. (2025). Desarrollo del pensamiento lógico-matemático con el método de aprendizaje basado en proyectos con enfoque interdisciplinar en el contexto educativo ecuatoriano. *Arandu UTIC*, 12(4), 642–656. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i4.1695>
- Kilpatrick, J., Swafford, J., y Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/9822/adding-it-up-helping-children-learn-mathematics>
- Kriswandani, K. (2023). Enhancing mathematical reasoning through challenge-based and game-supported learning. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 15(3), 3561–3572. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i3.3640>
- Kriswandani, K., y Kusuma, D. (2025). Enhancing mathematical reasoning skills through board game media and the adaptive problem-based learning model. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 17(1), 602–613. <https://journal.staihubbulwathan.id/index.php/alishlah/article/download/6340/2745>
- Pinos Vargas, L. A., Toapanta Otavalo, M. de J., Toapanta Otavalo, M. de J., y Peña Ortiz, G. P. (2024). El impacto del aprendizaje basado en problemas (ABP) en el desarrollo del pensamiento matemático crítico en estudiantes de educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 1035–1065. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.134
- Pinos, L. A., Toapanta, M. de J., y Peña, G. P. (2023). Intervención pedagógica basada en retos para el desarrollo del razonamiento matemático en educación básica. *Revista Ciencia y Educación*, 7(3), 112–128.
- Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691164076/how-to-solve-it>
- Posso Pacheco, R. J., Córdor Chicaiza, M. G., Córdor Chicaiza, J. del R., y Núñez Sotomayor, L. F. X. (2022). Desarrollo ambiental sostenible: Un nuevo enfoque de educación física pospandemia en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(98), 464–478. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.6>
- Posso Pacheco, R. J., Pereira Valdez, M. J., Paz Viteri, B. S., y Rosero Duque, M. F. (2021). Gestión educativa: Factor clave en la implementación del currículo de educación física. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(Número especial 5), 232–244. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/36442>
- Rodanelli, G. (2019). *Implementación de proyecto matemático desde la metodología aprendizaje basado en retos en sexto año básico del Colegio Marcela Paz de Concepción* [Tesis de maestría no publicada, Universidad del Desarrollo]. Repositorio institucional. <https://repositorio-udd.cl/bitstream/handle/11447/2744/Documento.pdf>

- Rodríguez, Á., y Naranjo, J. (2016). El aprendizaje basado en problemas: Una oportunidad para aprender. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 198(221), 15–20. <http://www.efdeportes.com/efd221/el-aprendizaje-basado-en-problemas.htm>
- Rodríguez, Á., Chicaiza, L., Granda, V., Reinoso, P., y Aguirre, A. (2017). ¿La indagación científica contribuye a un aprendizaje auténtico en los estudiantes? *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 21(224), 1–12. <http://www.efdeportes.com/efd224/laindagacion-cientificacontribuye-a-unaprendizaje.htm>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/book/9780126288704/mathematical-problem-solving>
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/thinking-as-communicating/>
- Silva Quiroz, J., y Maturana Castillo, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa*, 17(73), 117–131. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S166526732017000100117
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Susilawati, W., y Suryadi, D. (2020). Challenge-based learning and students' spatial mathematical ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3), 032083. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032083>
- Susilawati, W., Suryadi, D., y Herman, T. (2021). Effects of challenge-based learning on students' spatial and logical reasoning in mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 12(1), 89–102.
- Torres-Peña, R. C., Gutiérrez, M., y Ríos, J. (2024). Active learning strategies and numerical reasoning development in secondary education. *Education Sciences*, 14(6), 667. <https://doi.org/10.3390/educsci14060667>
- Torres-Peña, R. C., Peña-González, D., y Lara-Orozco, J. L. (2022). Aprendizaje basado en retos y desarrollo del pensamiento numérico en educación básica. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 31, 55–71.
- Torres-Peña, R. C., Peña-González, D., Lara-Orozco, J. L., Ariza, E. A., y Vergara, D. (2025). Enhancing numerical thinking through problem solving: A teaching experience for third-grade mathematics. *Education Sciences*, 15(6), 667. <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/6/667>
- Villa, D. A. S., Cueva, J. L. Q., Jaramillo, E. D. C. A., y Medina, M. N. G. (2022). Implementación del aprendizaje basado en retos para el fortalecimiento de competencias matemáticas en educación media. *Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 15(2), 45–60.

- Villa, D. A. S., Cueva, J. L. Q., Jaramillo, E. D. C. A., y Medina, M. N. G. (2023). Aprendizaje basado en retos para el desarrollo de competencias matemáticas en la educación básica superior. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(6), 16–32. https://www.researchgate.net/publication/376211499_Aprendizaje_basado_en_retos
- Yuhana, Y., y Fajari, L. E. W. (2025). Cross-disciplinary effects of problem-based learning on problem-solving skills in mathematics and beyond: A comprehensive meta-analysis and bibliometric study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(11), em2732. <https://doi.org/10.29333/ejmste/17345>
- Yuhana, Y., Herman, T., y Jupri, A. (2023). Cross-disciplinary effects of problem-based learning on mathematical problem-solving skills. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.12973/ejmste.4.1.1>