Vol. 3 Núm. 1 (2026)-pp:44-59
Revista Multidisciplinaria
Ciencia Kawsay

El Design Thinking como metodología didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico en el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias experimentales

Design Thinking as a pedagogical methodology for developing critical thinking in the learning of mathematics and experimental sciences

Eddy Alexander Carrión Bravo
https://orcid.org/0009-0000-4621-1776
Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador.
ecarrionuyn@gmail.com

Recibido: 5/01/2026
Aceptado: 10/04/2026
Publicado: 15/04/2026

Cítese: Carrión Bravo, E. A. (2026). El Design Thinking como metodología didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico en el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias experimentales. *Ciencia Kawsay, 3*(1), 44-59.

Resumen: El presente artículo analiza cómo el Design Thinking, entendido como una metodología de enseñanza centrada en las necesidades del estudiante, facilita el aprendizaje de las matemáticas y de las ciencias experimentales para el desarrollo del pensamiento crítico. El objetivo general consistió en analizar de qué manera esta metodología contribuye al fortalecimiento de las competencias de razonamiento matemático en entornos educativos mediados por tecnología. Se empleó un método sintético-hermenéutico, mediante la revisión y el análisis interpretativo de investigaciones publicadas entre 2020 y 2024 en bases de datos académicas indexadas, organizadas mediante mapas mentales y diagramas de árbol. Los resultados evidencian que el Design Thinking se estructura en cinco fases iterativas empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar, que permiten al docente diseñar experiencias de aprendizaje adaptadas a las necesidades cognitivas del alumnado. Asimismo, se identificó que herramientas tecnológicas como GeoGebra, Symbolab, Moodle y Kahoot potencian la aplicación práctica de esta metodología en la enseñanza de conceptos matemáticos. Los hallazgos sugieren que la implementación del Design Thinking incrementa la motivación, la creatividad y el rendimiento académico del estudiantado, aunque persisten limitaciones asociadas a la disponibilidad tecnológica y a la formación docente.

Palabras clave: innovación educativa, prototipado didáctico, tecnologías del aprendizaje, aprendizaje basado en retos, creatividad docente.

Abstract: *This article analyzes how Design Thinking, understood as a user-centered teaching methodology, facilitates the learning of mathematics and experimental sciences to strengthen students' critical thinking. The general objective was to analyze how this methodology contributes to reasoning competences within technology-mediated educational settings. A synthetic-hermeneutic method was applied through the review and interpretive analysis of studies published between 2020 and 2024 in indexed academic databases, organized through mind maps and tree diagrams. The results show that Design Thinking is structured around five iterative phases - empathize, define, ideate, prototype, and test- that allow teachers to design learning experiences adapted to students' cognitive needs. Likewise, technological tools such as GeoGebra, Symbolab, Moodle, and Kahoot were identified as facilitators of the practical application of this methodology in the teaching of mathematical concepts. Findings suggest that the implementation of Design Thinking increases motivation, creativity, and academic performance among students, although limitations remain regarding technological availability and teacher training.*

Keywords: *educational innovation, pedagogical prototyping, learning technologies, challenge-based learning, teaching creativity.*

INTRODUCCIÓN

La educación contemporánea atraviesa un proceso de transformación acelerada, impulsado principalmente por la incorporación de tecnologías digitales en el aula. Las metodologías de enseñanza tradicionales, centradas en la transmisión unidireccional de contenidos, evidencian limitaciones para responder a las necesidades cognitivas y motivacionales del estudiantado actual. En particular, la pandemia derivada de la COVID-19 obligó a las instituciones educativas a adaptar sus procesos formativos a entornos virtuales, lo que aceleró la incorporación de metodologías más flexibles y centradas en el usuario (Kozik *et al.,* 2022). Como resultado de esta transición, ha emergido un interés creciente por metodologías activas que integren la creatividad, la iteración y la resolución de problemas complejos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre estas metodologías destaca el Design Thinking, también denominado pensamiento de diseño, cuya aplicación educativa constituye el objeto central de este artículo.

El Design Thinking se define como un proceso de resolución de problemas centrado en el ser humano, que integra la empatía, la creatividad y el razonamiento analítico para generar soluciones innovadoras (Mount *et al.,* 2020). A diferencia de los métodos tradicionales de enseñanza, que suelen seguir una secuencia lineal y rígida, el Design Thinking se sustenta en principios constructivistas que reconocen al estudiante como agente activo de su propio aprendizaje (Pande y Bharathi, 2020). Debido a esta característica, la metodología permite a los docentes rediseñar continuamente sus estrategias didácticas en función de la retroalimentación obtenida durante el proceso formativo. En este sentido, su aplicación resulta particularmente pertinente en asignaturas que exigen un alto nivel de abstracción, como las matemáticas y las ciencias experimentales. De ahí que numerosas instituciones de educación superior hayan comenzado a incorporar esta metodología como eje transversal de innovación curricular (Latorre *et al.,* 2020).

La enseñanza de las matemáticas plantea desafíos particulares debido a la naturaleza abstracta de sus conceptos y a la diversidad de estilos de aprendizaje presentes en el aula. Frente a esta problemática, la incorporación de herramientas tecnológicas como GeoGebra ha demostrado ampliar las posibilidades de visualización y manipulación dinámica de contenidos matemáticos y científicos (Ziatdinov y Valles, 2022). Sin embargo, la sola disposición de recursos tecnológicos no garantiza una mejora en los aprendizajes si estos no se articulan dentro de una metodología pedagógica coherente. Por tal motivo, el Design Thinking se presenta como un marco metodológico capaz de integrar dichas herramientas dentro de un proceso didáctico estructurado y centrado en las necesidades del estudiantado. Esta integración adquiere especial relevancia en contextos educativos latinoamericanos, donde la brecha tecnológica y la formación docente en metodologías activas todavía son incipientes (Guaman-Quintanilla *et al.,* 2022). A partir de esta problemática se plantea la necesidad de sistematizar la evidencia científica disponible sobre el tema.

El objetivo general de este artículo consiste en analizar cómo el Design Thinking facilita el aprendizaje de las matemáticas y de las ciencias experimentales para el

fortalecimiento del pensamiento crítico del estudiantado. Este objetivo se deriva de un trabajo de titulación de pregrado desarrollado en la Universidad Técnica Particular de Loja, cuyo propósito fue examinar la pertinencia de esta metodología en el contexto educativo ecuatoriano.

La revisión de la literatura especializada evidencia un vacío relativo en estudios que analicen específicamente la aplicación del Design Thinking en la enseñanza de las ciencias exactas dentro de contextos latinoamericanos. Si bien existen investigaciones consolidadas sobre su implementación en educación superior (McLaughlin *et al.,* 2022) y en disciplinas específicas como la psicología (Tsai, 2021), su aplicación en la enseñanza de las matemáticas de niveles básico y medio permanece poco documentada. En consecuencia, este artículo contribuye a la sistematización del conocimiento disponible sobre el tema, articulando evidencia internacional con las particularidades del sistema educativo ecuatoriano. De igual modo, se espera que los hallazgos presentados sirvan de referencia para futuras investigaciones empíricas que evalúen la implementación del Design Thinking en aulas de matemáticas y ciencias experimentales.

ESTADO DEL ARTE

Definición y fundamentos conceptuales del Design Thinking

El Design Thinking constituye una metodología de resolución de problemas complejos que se originó en el campo del diseño industrial y que, posteriormente, se extendió a ámbitos como la gestión empresarial y la educación. Se sustenta en la premisa de que las soluciones más efectivas surgen de la comprensión profunda de las necesidades humanas, antes que de la aplicación mecánica de procedimientos técnicos preestablecidos (Mount *et al.,* 2020). Esta orientación centrada en el usuario diferencia al Design Thinking de las metodologías de enseñanza tradicionales, las cuales priorizan la transmisión de contenidos curriculares sobre las particularidades cognitivas del estudiantado. De acuerdo con Pande y Bharathi (2020), sus fundamentos teóricos se articulan estrechamente con el constructivismo, en la medida en que ambos enfoques conciben el aprendizaje como un proceso activo de construcción de significados. Por consiguiente, el pensamiento de diseño no debe entenderse únicamente como un conjunto de técnicas creativas, sino como una postura epistemológica frente al proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta concepción constituye la base conceptual sobre la cual se analizan, en los siguientes apartados, las fases y las herramientas que integran esta metodología.

Una de las características distintivas del Design Thinking es su naturaleza iterativa y no lineal, que permite al diseñador, o al docente en el contexto educativo, regresar a etapas previas del proceso tantas veces como sea necesario. Según Guaman-Quintanilla *et al.* (2022), esta flexibilidad estructural favorece el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y de creatividad entre los estudiantes universitarios que participan en cursos diseñados bajo este enfoque. En su estudio, realizado con 910 estudiantes de distintas disciplinas, se evidenció una mejora sostenida en las percepciones de autoeficacia creativa a lo largo del semestre académico. Este hallazgo resulta relevante porque demuestra que los beneficios del Design Thinking no se limitan a una fase específica del proceso formativo, sino que se consolidan progresivamente durante su aplicación

continua. En este sentido, la iteración se configura como un principio pedagógico que legitima el error como parte constitutiva del aprendizaje, en contraposición con los modelos educativos tradicionales que penalizan la equivocación. A partir de esta lógica iterativa se derivan las cinco fases que estructuran el proceso, las cuales se describen en el siguiente apartado.

Cabe destacar que el vínculo entre el Design Thinking y el pensamiento crítico ha sido documentado ampliamente en el contexto de la educación superior. Latorre *et al.* (2020) sostienen que la aplicación de esta metodología en asignaturas universitarias favorece el desarrollo simultáneo de la creatividad y del pensamiento crítico, en la medida en que exige a los estudiantes justificar y argumentar sus decisiones de diseño frente a sus pares. En particular, los autores señalan que este proceso argumentativo constante fortalece la capacidad de análisis y de evaluación crítica de soluciones alternativas. Este hallazgo resulta especialmente pertinente para la enseñanza de las matemáticas, disciplina en la que la argumentación lógica constituye una competencia central. De ahí que el pensamiento de diseño no solo aporte estrategias didácticas novedosas, sino que también contribuya directamente al objetivo general planteado en este artículo, relacionado con el fortalecimiento del pensamiento crítico del alumnado.

Fases del Design Thinking en el proceso educativo

El proceso de Design Thinking se estructura convencionalmente en cinco fases iterativas que, aunque presentan variaciones terminológicas entre distintos autores, coinciden sustancialmente en su secuencia lógica (Figura 1). Dichas fases no deben interpretarse como una secuencia rígida, sino como un ciclo flexible que el docente puede recorrer en cualquier dirección según las necesidades identificadas en el aula. A continuación, se describe brevemente cada una de ellas:

- Empatizar: consiste en comprender las necesidades reales de los estudiantes mediante técnicas como la observación, la encuesta o la entrevista, con el propósito de identificar sus dificultades específicas de aprendizaje.
- Definir: implica la interpretación y la delimitación del problema didáctico detectado, mediante la construcción de un punto de vista pedagógico centrado en las necesidades del alumnado.
- Idear: consiste en la generación de soluciones creativas y diversas mediante técnicas como la lluvia de ideas o los mapas mentales, sin restringir inicialmente la cantidad ni la viabilidad de las propuestas.
- Prototipar: se refiere a la construcción de planificaciones de clase, materiales o recursos didácticos preliminares que traducen las ideas generadas en experiencias de aprendizaje concretas.
- Evaluar: constituye la fase de retroalimentación, en la cual se testea el prototipo diseñado en el aula real para identificar los ajustes necesarios antes de su implementación definitiva.



Figura 1. Fases del pensamiento de diseño

Como se observa en la Figura 1, cada fase se vincula con un proceso cognitivo específico de descubrimiento, interpretación, oportunidad, experimentación y evolución, lo que evidencia la progresión lógica del método desde la identificación del problema hasta su solución evaluada. Öztürk (2021) documenta la aplicación de esta secuencia en la enseñanza de las ciencias STEM en niveles de educación básica, donde los docentes reportaron una mayor claridad en la planificación curricular al seguir estas fases de manera sistemática. Asimismo, la naturaleza cíclica del proceso permite que los resultados obtenidos en la fase de evaluación retroalimenten nuevamente la fase de empatía, generando así ciclos de mejora continua en la planificación docente. Esta característica resulta particularmente valiosa para la enseñanza de las matemáticas, dado que los errores de comprensión detectados en la evaluación pueden reincorporarse al diseño de nuevas estrategias didácticas. En síntesis, las fases del Design Thinking ofrecen una estructura metodológica replicable que puede adaptarse a distintos niveles educativos y contenidos curriculares.

Técnicas metodológicas asociadas a cada fase

Cada una de las fases descritas anteriormente se operacionaliza mediante técnicas específicas de recolección y de análisis de información, tal como se muestra en la Figura 2. Alvao *et al.* (2020) documentan el uso de actividades lúdicas, como el juego de captura de ideas, para fortalecer la fase de idear en contextos de educación formal, evidenciando mejoras en la participación estudiantil. De manera similar, Kozik *et al.* (2022) identifican que las técnicas de pensamiento visual y los mapas mentales facilitan la fase de definición del problema en entornos de digitalización educativa acelerada. Estas técnicas comparten la característica de fomentar la participación activa del estudiante en la construcción de su propio proceso de aprendizaje. En consecuencia, la selección adecuada de técnicas por fase constituye un factor determinante para el éxito de la implementación del Design Thinking en el aula.

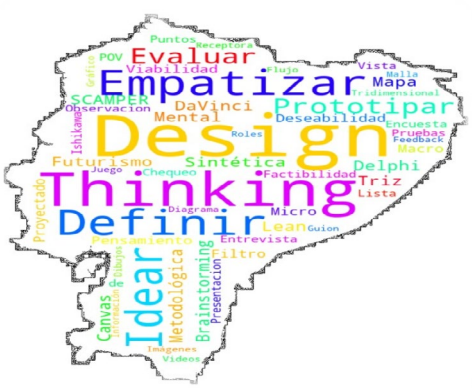


Figura 2. Técnicas asociadas a las fases del pensamiento de diseño

Como se evidencia en la Figura 2, las técnicas se distribuyen de manera heterogénea entre las cinco fases, encontrándose una mayor concentración de herramientas en las fases de empatizar y prototipar. Esta distribución sugiere que dichas fases concentran una mayor demanda de recursos metodológicos, posiblemente debido a su carácter exploratorio y creativo. En contraste, la fase de definir presenta un número más reducido de técnicas, lo que podría constituir una limitación metodológica señalada por algunos autores. No obstante, la disponibilidad de múltiples técnicas por fase permite al docente seleccionar aquellas que mejor se adapten al contexto y a los recursos disponibles en su institución educativa. De esta manera, la flexibilidad técnica del Design Thinking refuerza su viabilidad de aplicación en escenarios educativos con distintos niveles de recursos tecnológicos.

Herramientas tecnológicas para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales

La implementación efectiva del Design Thinking en la enseñanza de las matemáticas requiere de la incorporación de herramientas tecnológicas que faciliten la visualización y la manipulación de conceptos abstractos. En este sentido, Ziatdinov y Valles (2022) destacan que la plataforma GeoGebra integra funciones de modelado, visualización y programación que permiten a los estudiantes explorar dinámicamente contenidos de álgebra, geometría y cálculo. Esta integración multifuncional posiciona a GeoGebra como una herramienta especialmente compatible con la fase de prototipado del Design Thinking, en la medida en que permite construir representaciones interactivas de soluciones matemáticas. De manera complementaria, plataformas como Symbolab ofrecen retroalimentación inmediata sobre los procedimientos de resolución de problemas, lo que favorece la fase de evaluación del proceso. Por tanto, la selección de herramientas tecnológicas debe responder a las exigencias específicas de cada fase metodológica, más que a criterios de disponibilidad institucional.

En el ámbito de la gestión de contenidos y de la comunicación educativa, plataformas como Moodle y Canvas permiten organizar los recursos didácticos generados durante el proceso de Design Thinking, mientras que herramientas como Zoom facilitan las sesiones sincrónicas necesarias para la fase de empatía. Shahrasbi *et al.* (2021) documentan, en un protocolo de enseñanza orientado al desarrollo de aplicaciones móviles, que la integración

de herramientas digitales dentro de un proceso de Design Thinking estructurado mejora significativamente la comprensión de conceptos técnicos complejos por parte de los estudiantes. Estos hallazgos resultan extrapolables a la enseñanza de las ciencias experimentales, donde los laboratorios virtuales cumplen una función similar a la de los prototipos físicos en el diseño industrial. Asimismo, Yedra *et al.* (2021) evidencian que el desarrollo de aplicaciones móviles didácticas, diseñadas bajo la metodología Design Thinking, mejora el desempeño académico de niños con necesidades educativas especiales, lo que confirma la adaptabilidad de esta metodología a poblaciones estudiantiles diversas. En consecuencia, las herramientas tecnológicas no deben concebirse como elementos aislados, sino como componentes integrados dentro de las distintas fases del proceso de diseño pedagógico.

Finalmente, herramientas evaluativas como Kahoot y Quizizz permiten operacionalizar la fase de evaluación del Design Thinking mediante mecanismos gamificados de retroalimentación inmediata. Cui *et al.* (2023) demuestran que la integración del pensamiento computacional con el aprendizaje matemático basado en problemas incrementa las oportunidades de aprendizaje cuando se combina con estrategias de retroalimentación estructurada. Este hallazgo refuerza la idea de que la fase evaluativa del Design Thinking no debe limitarse a la calificación sumativa, sino que debe orientarse hacia la mejora continua del prototipo pedagógico. De este modo, se completa el panorama de herramientas tecnológicas disponibles para la implementación integral del Design Thinking en la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales.

METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en un enfoque cualitativo de tipo documental, orientado a la sistematización e interpretación de la evidencia científica disponible sobre el Design Thinking en la educación matemática. Se aplicó un método sintético-hermenéutico, el cual combina la síntesis de información proveniente de múltiples fuentes con la interpretación crítica de sus significados. Este método resulta pertinente cuando el propósito investigativo consiste en comprender un fenómeno educativo complejo a partir de evidencia previamente publicada, más que en generar datos primarios mediante instrumentos de campo.

La búsqueda de información se realizó en bases de datos académicas indexadas, entre las cuales se incluyen Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc y Google Académico, utilizando descriptores en español e inglés tales como Design Thinking, pensamiento de diseño, matemáticas, ciencias experimentales y pensamiento crítico. Se establecieron como criterios de inclusión que los estudios estuvieran publicados entre los años 2020 y 2024, que abordaran explícitamente la aplicación del Design Thinking en contextos educativos y que contaran con acceso abierto o disponibilidad institucional. Se excluyeron aquellos documentos que abordaran el Design Thinking exclusivamente en contextos empresariales sin vinculación con procesos de enseñanza-aprendizaje. Como resultado de este proceso de selección, se conformó un corpus documental de quince investigaciones, cuya caracterización se presenta en la Tabla 1. Este corpus constituyó la base empírica sobre la cual se desarrolló el análisis interpretativo posterior.

Para la organización de la información recopilada se emplearon técnicas de representación gráfica, tales como mapas mentales y diagramas de árbol, los cuales permitieron identificar relaciones conceptuales entre las fases del Design Thinking, las técnicas asociadas y los beneficios reportados en la literatura. De manera complementaria, se utilizó un gestor de referencias bibliográficas para la organización y la verificación de las fuentes citadas a lo largo del artículo. El procedimiento de análisis se desarrolló en tres etapas secuenciales: en primer lugar, la lectura exploratoria de los documentos seleccionados; posteriormente, la codificación temática de los hallazgos en función de las fases del Design Thinking; y, finalmente, la triangulación interpretativa de los resultados con el objetivo general de la investigación. Este procedimiento garantiza la replicabilidad del análisis desarrollado, en la medida en que los criterios de búsqueda, selección y codificación quedan explícitamente documentados. A continuación, se presenta la caracterización del corpus documental analizado (Tabla 1).

Tabla 1. Corpus documental analizado sobre Design Thinking en educación (2020-2024)

Autor(es) y año	País	Enfoque metodológico	Muestra	Hallazgo principal
Alvao *et al.* (2020)	Colombia	Cualitativo, actividad lúdica	Estudiantes de educación formal	Las actividades lúdicas fortalecen la fase de idear
Pande y Bharathi (2020)	India	Teórico-conceptual	No aplica	Fundamenta el DT en el constructivismo
Mount *et al.* (2020)	Australia	Teórico-conceptual	No aplica	El DT favorece la resolución de problemas complejos
Latorre *et al.* (2020)	España	Cuantitativo	Estudiantes universitarios	El DT incrementa creatividad y pensamiento crítico
Shahrasbi *et al.* (2021)	Estados Unidos	Cualitativo, protocolo docente	Estudiantes de sistemas de información	La integración tecnológica mejora la comprensión técnica
Yedra *et al.* (2021)	Ecuador	Estudio de caso	Niños con síndrome de Down	Mejora el desempeño académico mediante apps móviles
Öztürk (2021)	Turquía	Revisión documental	Educación básica STEM	El DT clarifica la planificación curricular

Tsai (2021)	Taiwán	Cualitativo	Estudiantes de psicología	Desarrolla habilidades integrativas
Guaman-Quintanilla *et al.* (2022)	Ecuador / Bélgica	Cuantitativo longitudinal	910 estudiantes universitarios	Mejora sostenida en creatividad y resolución de problemas
McLaughlin *et al.* (2022)	Estados Unidos	Cualitativo multicaso	Cuatro universidades	Aumenta la resolución de problemas complejos
Kozik *et al.* (2022)	Ucrania	Analítico-descriptivo	Estudiantes de educación superior	El DT impulsa la creatividad en la digitalización
Fowler *et al.* (2023)	Australia	Revisión bibliométrica	Investigación basada en diseño	Los prototipos curriculares impactan la práctica docente
Cui *et al.* (2023)	China / Hong Kong	Cuasiexperimental	Estudiantes de primaria	El pensamiento computacional potencia el aprendizaje matemático
Ziatdinov y Valles (2022)	Corea del Sur / EE. UU.	Analítico-descriptivo	No aplica	GeoGebra potencia la visualización de contenidos STEM
Romero Caballero *et al.* (2024)	Colombia	Cuantitativo institucional	5186 estudiantes universitarios	El aprendizaje basado en retos mejora el desempeño académico

Nota: Elaboración propia a partir del corpus documental revisado entre 2020 y 2024.

Como se observa en la Tabla 1, el corpus documental analizado incluye estudios desarrollados en contextos geográficos diversos, entre los que destacan Ecuador, Estados Unidos, Ucrania y Colombia, lo que evidencia el carácter internacional del fenómeno estudiado. En términos metodológicos, predominan los diseños cualitativos y mixtos, aunque también se identificaron estudios cuantitativos con muestras amplias, como el desarrollado por Guaman-Quintanilla *et al.* (2022) con 910 participantes. Esta diversidad metodológica fortalece la validez del análisis interpretativo desarrollado, en la medida en que permite contrastar hallazgos obtenidos mediante distintos abordajes investigativos. De igual modo, la heterogeneidad de los niveles educativos abordados desde la educación básica hasta la educación superior permite generalizar de manera prudente los hallazgos hacia distintos contextos de aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Beneficios evidenciados del Design Thinking en el aprendizaje de conceptos matemáticos

El análisis del corpus documental evidencia que la implementación del Design Thinking genera beneficios consistentes en el rendimiento académico y en la participación estudiantil, particularmente en asignaturas de alta exigencia cognitiva como las matemáticas. McLaughlin *et al.* (2022), en un estudio desarrollado en cuatro universidades estadounidenses, documentan que los estudiantes expuestos a esta metodología reportan una mayor capacidad de resolución de problemas complejos en comparación con métodos de enseñanza tradicionales. De manera similar, Tsai (2021) evidencia que la integración del Design Thinking en un curso universitario permite el desarrollo de habilidades integrativas, tales como la capacidad de sintetizar información proveniente de distintas fuentes disciplinares. Estos hallazgos sugieren que los beneficios de la metodología trascienden el ámbito disciplinar específico, lo que respalda su pertinencia para la enseñanza de las ciencias exactas. En consecuencia, se puede afirmar que el Design Thinking constituye una estrategia pedagógica transferible entre distintas áreas del conocimiento.

En el ámbito específico de la educación matemática, Fowler *et al.* (2023) señalan que la investigación basada en diseño enfoque estrechamente vinculado al Design Thinking- ha permitido el desarrollo de prototipos curriculares con impacto real en las prácticas docentes cotidianas. Los autores destacan, sin embargo, que la escalabilidad de estos prototipos hacia contextos institucionales amplios continúa representando un desafío pendiente. Esta limitación resulta relevante para el objetivo del presente artículo, en la medida en que evidencia que los beneficios documentados suelen concentrarse en experiencias piloto de alcance limitado. No obstante, Romero Caballero *et al.* (2024) documentan que la implementación institucional del aprendizaje basado en retos combinado con el Design Thinking, en una muestra de más de cinco mil estudiantes universitarios colombianos, produjo mejoras sostenidas en el desempeño académico durante varios periodos académicos consecutivos. Este hallazgo contrarresta parcialmente la limitación señalada por Fowler *et al.* (2023), al demostrar que la escalabilidad institucional del método es posible cuando se acompaña de una estrategia organizacional sólida.

Al contrastar estos hallazgos con el objetivo general del presente artículo, se evidencia que el Design Thinking efectivamente contribuye al mejoramiento del rendimiento académico en matemáticas, particularmente cuando se articula con una planificación institucional de mediano plazo. Cabe destacar que ninguno de los estudios revisados reporta efectos negativos sobre el desempeño estudiantil derivados de la implementación de esta metodología. Por el contrario, los efectos reportados son consistentemente positivos, aunque de magnitud variable según el contexto institucional y el nivel educativo analizado. De ahí que los hallazgos aquí sistematizados respalden la pertinencia de continuar explorando la aplicación del Design Thinking en contextos educativos latinoamericanos, en particular en el sistema educativo ecuatoriano.

Aporte de las herramientas tecnológicas identificadas por fase del proceso

El análisis del corpus documental permitió sistematizar la relación entre las cinco fases del Design Thinking y las herramientas tecnológicas más frecuentemente asociadas a cada una de ellas, tal como se presenta en la Tabla 2. Esta sistematización responde directamente al propósito de identificar las herramientas tecnológicas que facilitan la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales.

Tabla 2. Herramientas tecnológicas asociadas a las fases del Design Thinking en la enseñanza de las matemáticas

Fase del proceso	Herramienta tecnológica	Función pedagógica principal
Empatizar	Zoom, Google Forms	Recolectar necesidades de aprendizaje mediante encuestas y sesiones sincrónicas
Definir	Moodle, Canvas	Organizar y delimitar el problema didáctico a partir de los recursos curriculares
Idear	GeoGebra, mapas mentales digitales	Visualizar dinámicamente alternativas de solución matemática
Prototipar	GeoGebra, aplicaciones móviles didácticas	Construir representaciones interactivas de la planificación de clase
Evaluar	Kahoot, Quizizz, Symbolab	Verificar el aprendizaje mediante retroalimentación gamificada e inmediata

Nota: Elaboración propia a partir de Ziatdinov y Valles (2022), Shahrasbi et al. (2021), Yedra et al. (2021) y Cui et al. (2023).

Como se muestra en la Tabla 2, las herramientas tecnológicas identificadas cumplen funciones diferenciadas según la fase del proceso en la que se emplean, lo que confirma que su integración debe planificarse de manera intencionada y no aleatoria. En particular, se observa que las herramientas de visualización dinámica, como GeoGebra, concentran su mayor utilidad en las fases de idear y prototipar, mientras que las plataformas de evaluación gamificada, como Kahoot y Quizizz, se orientan preferentemente hacia la fase de evaluación (Ziatdinov y Valles, 2022; Cui *et al.,* 2023). Esta especialización funcional sugiere que la efectividad del Design Thinking no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino de la correspondencia entre la función de la herramienta y las exigencias cognitivas de cada fase. Shahrasbi *et al.* (2021) refuerzan esta interpretación al señalar que la integración desarticulada de herramientas digitales, sin una correspondencia clara con las fases metodológicas, reduce significativamente su impacto pedagógico. En consecuencia, se recomienda que los docentes reciban formación

específica sobre la correspondencia entre herramientas y fases, más que una capacitación genérica en competencias digitales.

Un hallazgo particularmente relevante para la enseñanza de las ciencias experimentales se deriva del estudio de Yedra *et al.* (2021), quienes documentan que el desarrollo de una aplicación móvil didáctica, diseñada siguiendo las fases del Design Thinking, incrementó el número de actividades resueltas correctamente por niños con síndrome de Down, incluso en comparación con métodos de enseñanza previamente empleados. Este hallazgo resulta significativo porque demuestra la adaptabilidad de la metodología a poblaciones estudiantiles con necesidades educativas especiales, ampliando así el alcance potencial de su aplicación. De manera complementaria, este caso evidencia que las fases de prototipado y evaluación pueden iterarse múltiples veces antes de alcanzar una solución tecnológica satisfactoria, sin que ello constituya un fracaso del proceso. Por el contrario, dichas iteraciones deben interpretarse como parte constitutiva del método, en tanto reflejan su naturaleza flexible y centrada en el usuario. Este hallazgo confirma, además, que las herramientas tecnológicas no sustituyen la mediación docente, sino que la complementan dentro de un proceso pedagógico intencionalmente diseñado.

Influencia del Design Thinking en el pensamiento crítico, la motivación y la creatividad

Uno de los hallazgos más consistentes en el corpus documental analizado se relaciona con el impacto positivo del Design Thinking sobre el pensamiento crítico y la motivación del estudiantado. Latorre *et al.* (2020) demuestran, mediante un estudio desarrollado en el contexto universitario español, que la aplicación de esta metodología incrementa significativamente la capacidad argumentativa y de evaluación crítica de soluciones entre los estudiantes participantes. De manera complementaria, Guaman-Quintanilla *et al.* (2022) evidencian que estos efectos se mantienen estables a lo largo de un semestre académico completo, lo que sugiere que no se trata de un efecto novedad transitorio. Kozik *et al.* (2022) añaden que, en contextos de digitalización educativa acelerada, el Design Thinking contribuye al desarrollo de la creatividad como respuesta adaptativa frente a la incertidumbre tecnológica. En conjunto, estos hallazgos respaldan directamente el objetivo general de este artículo, relacionado con el fortalecimiento del pensamiento crítico mediante la aplicación de esta metodología.

Cabe destacar que el desarrollo del pensamiento crítico documentado en estos estudios no se limita a la capacidad de resolver problemas matemáticos específicos, sino que se extiende a la capacidad de cuestionar supuestos y de proponer soluciones alternativas frente a problemas complejos, denominados en la literatura wicked problems. Esta capacidad resulta particularmente valiosa en la enseñanza de las ciencias experimentales, donde los estudiantes deben frecuentemente diseñar procedimientos propios para verificar hipótesis. De ahí que el pensamiento de diseño no deba entenderse como una técnica exclusiva de la asignatura de matemáticas, sino como una competencia transversal aplicable a la totalidad del currículo de ciencias exactas. Sin embargo, es necesario advertir que la magnitud de estos beneficios varía considerablemente según el nivel de formación docente en la metodología, tal como se discute en el siguiente apartado.

Limitaciones y retos identificados para su implementación

A pesar de los beneficios documentados, el corpus analizado también evidencia limitaciones relevantes para la implementación del Design Thinking en contextos educativos con recursos restringidos. Öztürk (2021) señala que la fase de empatía representa uno de los principales desafíos de la metodología, debido a que los estudiantes de menor edad tienden a mostrarse reticentes a expresar abiertamente sus dificultades de aprendizaje. Esta limitación coincide con lo identificado en el trabajo de titulación que dio origen a este artículo, donde se observó que muchos docentes no consideran sistemáticamente las opiniones del alumnado al momento de planificar sus clases. Adicionalmente, Pande y Bharathi (2020) advierten que la fundamentación teórica del Design Thinking en el ámbito educativo continúa siendo incipiente, lo que dificulta su evaluación mediante indicadores estandarizados. Por tal motivo, se requiere una mayor producción de estudios empíricos que permitan consolidar marcos de evaluación específicos para esta metodología en contextos escolares.

Otra limitación relevante identificada en el corpus documental se relaciona con la disponibilidad tecnológica desigual entre instituciones educativas, particularmente en contextos rurales o de bajos recursos. Mount *et al.* (2020) señalan que la aplicación del Design Thinking mediante procesos de crowdsourcing, o colaboración masiva, requiere de una infraestructura digital robusta que no todas las instituciones educativas poseen. Esta brecha tecnológica podría profundizar las desigualdades educativas existentes si la metodología se implementa sin considerar las particularidades contextuales de cada institución. En contraposición, Alvao *et al.* (2020) demuestran que actividades lúdicas de bajo costo tecnológico, como el juego de captura de ideas, permiten aplicar los principios del Design Thinking sin requerir infraestructura digital sofisticada. Este hallazgo resulta especialmente relevante para el contexto educativo ecuatoriano, en el cual coexisten instituciones con niveles de acceso tecnológico marcadamente heterogéneos.

En síntesis, los hallazgos discutidos en este apartado evidencian que el Design Thinking constituye una metodología pedagógica con beneficios consistentes para el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias experimentales, aunque su implementación exitosa depende de factores contextuales relacionados con la formación docente y la disponibilidad tecnológica institucional. Estos hallazgos permiten responder de manera integral al objetivo general planteado al inicio de este artículo. A partir de esta discusión, se derivan las conclusiones que se presentan en el siguiente apartado, las cuales sintetizan los principales aportes del estudio y sus implicaciones para la práctica educativa.

CONCLUSIONES

El objetivo general de este artículo consistió en analizar cómo el Design Thinking facilita el aprendizaje de las matemáticas y de las ciencias experimentales para el fortalecimiento del pensamiento crítico del estudiantado. A partir del análisis sintético-hermenéutico desarrollado, se concluye que esta metodología constituye un marco pedagógico flexible, estructurado en cinco fases iterativas, que permite a los docentes diseñar experiencias de aprendizaje centradas en las necesidades cognitivas del alumnado. Este hallazgo confirma la pertinencia del objetivo planteado, en la medida en

que evidencia una relación directa entre la aplicación de la metodología y el fortalecimiento de competencias de pensamiento crítico, particularmente en lo relacionado con la capacidad argumentativa y la resolución de problemas complejos.

Asimismo, se concluye que las herramientas tecnológicas identificadas -entre las que destacan GeoGebra, Symbolab, Moodle, Zoom, Kahoot y Quizizz- cumplen funciones diferenciadas según la fase del proceso en la que se integran, por lo que su implementación exitosa requiere de una planificación docente intencionada. La evidencia sistematizada demuestra que la efectividad de estas herramientas no depende exclusivamente de su sofisticación tecnológica, sino de su correspondencia con las exigencias cognitivas de cada fase metodológica. De igual modo, se evidenció que el Design Thinking presenta una notable adaptabilidad hacia poblaciones estudiantiles diversas, incluyendo estudiantes con necesidades educativas especiales, lo que amplía significativamente su potencial de aplicación en el sistema educativo.

No obstante, los beneficios documentados, la implementación del Design Thinking enfrenta retos relacionados con la formación docente en la metodología y con la disponibilidad tecnológica institucional, particularmente en contextos educativos con recursos limitados. Estos hallazgos sugieren que la adopción exitosa de esta metodología requiere de políticas institucionales que acompañen la capacitación docente con inversiones sostenidas en infraestructura tecnológica. En contraposición con una adopción improvisada, la evidencia respalda una implementación gradual y contextualizada, que priorice inicialmente actividades de bajo costo tecnológico antes de escalar hacia herramientas digitales más sofisticadas.

Finalmente, se concluye que el Design Thinking constituye una alternativa pedagógica viable y pertinente para transformar la enseñanza de las matemáticas y las ciencias experimentales en el contexto educativo ecuatoriano, aunque su evaluación empírica específica en dicho contexto permanece como una tarea pendiente. Se recomienda, por tanto, que futuras investigaciones desarrollen estudios de campo que evalúen la implementación real de esta metodología en instituciones educativas ecuatorianas, contrastando los hallazgos aquí sistematizados con evidencia empírica primaria. De este modo, el presente artículo constituye un punto de partida conceptual y metodológico para investigaciones futuras orientadas a fortalecer la calidad de la enseñanza de las ciencias exactas mediante metodologías activas centradas en el estudiante.

REFERENCIAS

Alvao, L., Quintero, J., y Ramírez, A. (2020). Captura la idea: Actividad lúdica para la enseñanza y fortalecimiento del pensamiento de diseño. I+D Revista de Investigaciones, 16(1), 28-44. https://doi.org/10.33304/revinv.v16n1-2021003

Cui, Z., Ng, O., y Jong, M. S.-Y. (2023). Integration of computational thinking with mathematical problem-based learning: Insights on affordances for learning. Educational Technology & Society, 26(2), 131-146. https://doi.org/10.30191/ETS.202304_26(2).0010

Fowler, S., Cutting, C., y Fiedler, S. H. (2023). Design-based research in mathematics education: Trends, challenges and potential. Mathematics Education Research Journal, 35, 635-658. https://doi.org/10.1007/s13394-021-00407-5

Guaman-Quintanilla, S., Everaert, P., Chiluiza, K., y Valcke, M. (2022). Impact of design thinking in higher education: A multi-actor perspective on problem solving and creativity. International Journal of Technology and Design Education. https://doi.org/10.1007/s10798-021-09724-z

Kozik, V., Sofilkanych, M., Bilozub, L., Korsunskyi, V., y Babii, N. (2022). Problems and prospects of the development of creative design thinking of higher education students in the conditions of digitalization. Revista Eduweb, 16(2), 134-145. https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2022.16.02.9

Latorre, C., Vázquez, S., Rodríguez, A., y Liesa, M. (2020). Design thinking: creatividad y pensamiento crítico en la universidad. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 22(28), 1-13. https://doi.org/10.24320/redie.2020.22.e28.2917

McLaughlin, J. E., Chen, E., Lake, D., Guo, W., Skywark, E. R., Chernik, A., y Liu, T. (2022). Design thinking teaching and learning in higher education: Experiences across four universities. PLOS ONE, 17(3), e0265902. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265902

Mount, M., Round, H., y Pitsis, T. (2020). Design thinking inspired crowdsourcing: Toward a generative model of complex problem solving. California Management Review, 62(3), 103-120. https://doi.org/10.1177/0008125620918626

Öztürk, A. (2021). Meeting the challenges of STEM education in K-12 education through design thinking. Design and Technology Education: An International Journal, 26(1), 70-88. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1299969.pdf

Pande, M., y Bharathi, S. V. (2020). Theoretical foundations of design thinking - A constructivism learning approach to design thinking. Thinking Skills and Creativity, 36. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100637

Romero Caballero, S., Canquiz Rincón, L., Rodríguez Toscano, A., Valencia Pérez, A., y Moreno Gómez, G. (2024). Challenge-based learning and design thinking in higher education: Institutional strategies for linking experiential learning, innovation, and academic performance. Innovations in Education and Teaching International. https://doi.org/10.1080/14703297.2024.2326191

Shahrasbi, N., Jin, L., y Zheng, W. (2021). Design thinking and mobile app development: A teaching protocol. Journal of Information Systems Education, 32(2), 92-105. https://aisel.aisnet.org/jise/vol32/iss2/2/

Tsai, M.-F. (2021). Exploration of students' integrative skills developed in the design thinking of a psychology course. Thinking Skills and Creativity, 41, 100893. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100893

Yedra, R., Almeida, M., y Gómez, J. (2021). Design thinking de contenidos para dispositivos móviles para niños con síndrome de Down. Revista de Investigación en Educación, 19(2), 192-208. https://revistas.uvigo.es/index.php/reined/article/view/3675

Ziatdinov, R., y Valles, J. R. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in GeoGebra as an effective approach for teaching and learning STEM topics. Mathematics, 10(3), 398. https://doi.org/10.3390/math10030398