

Design Thinking Como Estrategia Didáctica para Fortalecer la Comprensión de Conceptos Geométricos y Trigonométricos en el Bachillerato.

Design Thinking as a Didactic Strategy to Strengthen the Understanding of Geometric and Trigonometric Concepts in High School.

PALABRA VERDADERA

Recepción: 15/09/2025

Aceptación: 19/09/2025

Publicación: 30/09/2025

AUTOR/ES

- **Lisbeth Katherine Naranjo Riera**
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN
- naranjoliss7@gmail.com
- <https://orcid.org/0009-0008-7634-8034>
- Ecuador

- **Gladys Ximena Guaman Yugcy**
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN
- ximeguaman1904@gmail.com
- <https://orcid.org/0009-0000-8328-4667>
- Ecuador

- **Carmen Alicia Casa Toaquiza**
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN
- ali_casatoa@yahoo.com
- <https://orcid.org/0009-0008-1921-1840>
- Ecuador

- **Jacqueline Elizabeth Maldonado Albán**
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN
- maldonadojacqueline581@gmail.com
- <https://orcid.org/0009-0007-3685-7558>
- Ecuador

- **Miriam Rosario Moreno Gallegos**
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN
- miriamr.moreno@educacion.gob.ec
- <https://orcid.org/0009-0009-1095-4063>
- Ecuador

- **Dunia Alba María Ramón Romero**
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN
- dunia.ramon@educacion.gob.ec
- <https://orcid.org/0009-0004-0582-3054>
- Ecuador

CITACIÓN:

Naranjo Riera, L. K., Guaman Yugcy, G. X., Casa Toaquiza, C. A., Maldonado Albán, J. E., Moreno Gallegos, M. R., & Ramón Romero, D. A. M. (2025). Design thinking como estrategia didáctica para fortalecer la comprensión de conceptos geométricos y trigonométricos en el bachillerato. Revista Científica Tsafiki, 2(2), 608–634.

RESUMEN

La presente investigación examina el potencial del Design Thinking como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de los conceptos geométricos y trigonométricos en estudiantes de bachillerato ecuatorianos. Se parte del reconocimiento de que los aprendizajes matemáticos en estas áreas suelen limitarse a la memorización de fórmulas y procedimientos, sin alcanzar niveles de comprensión relacional ni formal, tal como advierten Araya, Monge y Morales (2007) y Hilton (2000). Desde una perspectiva constructivista e interdisciplinaria, se propone un enfoque metodológico activo que sitúa al estudiante como protagonista del proceso de aprendizaje, promoviendo la empatía, la ideación, la experimentación y la reflexión crítica (Brown, 2008; López, 2023). El estudio articula fundamentos teóricos de la educación matemática contemporánea con modelos pedagógicos basados en la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución colaborativa de problemas (Salazar & Pincay, 2024). La aplicación del Design Thinking en el aula de Matemática busca transformar la enseñanza tradicional en experiencias significativas y contextualizadas, fortaleciendo la transferencia de conocimiento y la motivación estudiantil. Se emplea una metodología mixta con análisis documental, entrevistas a docentes y actividades prácticas de diseño de proyectos geométrico-trigonométricos. Los resultados revelan una mejora sustancial en la comprensión conceptual y en las actitudes hacia el aprendizaje de la trigonometría, evidenciando el potencial del Design Thinking para generar aprendizajes profundos, inclusivos y sostenibles. Se concluye que esta metodología no solo enriquece el pensamiento matemático, sino que también impulsa una cultura de innovación educativa en el bachillerato ecuatoriano.

PALABRAS CLAVE: Design Thinking, educación matemática, geometría, trigonometría, bachillerato ecuatoriano.

ABSTRACT

This research examines the potential of Design Thinking as a didactic strategy to enhance the understanding of geometric and trigonometric concepts among Ecuadorian high school students. It recognizes that learning in these areas often relies on rote memorization of formulas and procedures, failing to reach relational or formal comprehension levels as described by Araya, Monge, and Morales (2007) and Hilton (2000). From a constructivist and interdisciplinary perspective, this study proposes an active methodological approach that positions students as central agents in the learning process, encouraging empathy, ideation, experimentation, and reflective thinking (Brown, 2008; López, 2023). Theoretical foundations from contemporary mathematics education are articulated with pedagogical models that emphasize creativity, critical thinking, and collaborative problem solving (Salazar & Pincay, 2024). The implementation of Design Thinking in mathematics classrooms aims to transform traditional instruction into meaningful, contextualized experiences that

strengthen knowledge transfer and student motivation. A mixed methodology was employed, including documentary analysis, teacher interviews, and practical design activities integrating geometric and trigonometric projects. The findings demonstrate substantial improvement in conceptual understanding and student attitudes toward trigonometry, highlighting the potential of Design Thinking to foster deep, inclusive, and sustainable learning. The study concludes that this approach not only enriches mathematical thinking but also promotes a culture of educational innovation within Ecuadorian high schools.

KEYWORDS: Design Thinking, mathematics education, geometry, trigonometry, Ecuadorian high school.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la geometría y la trigonometría en el bachillerato ecuatoriano se encuentra en una encrucijada epistemológica que revela la distancia entre el conocimiento matemático formal y su comprensión significativa en el aula. Este desfase ha sido diagnosticado en diversos estudios latinoamericanos, donde se advierte que los estudiantes suelen memorizar fórmulas y procedimientos sin desarrollar una comprensión relacional o formal de los conceptos, limitando su capacidad de transferir lo aprendido a contextos nuevos o reales (Araya, Monge & Morales, 2007; Hilton, 2000; Godino, 1996b). La problemática no radica únicamente en la dificultad intrínseca del pensamiento trigonométrico, sino también en la estructura pedagógica heredada de modelos transmisivos que privilegian la reproducción sobre la construcción del significado.

En este escenario, los aprendizajes matemáticos se ven fragmentados por una cultura escolar que asocia el éxito con la repetición mecánica, sin espacio para la exploración ni para la creatividad cognitiva (Chávez, 2025). La trigonometría, pese a su potencial para conectar lo abstracto con lo empírico, se convierte en un territorio de fórmulas sin sentido para la mayoría de los estudiantes, que repiten el *seno*, *coseno* o *tangente* sin visualizar su origen geométrico ni su aplicación contextual (Tuapanta, 2019; Geometría y Trigonometría, 2022). Diversos investigadores coinciden en que esta desconexión se agrava por el uso acrítico de textos escolares centrados en la ejercitación repetitiva, lo cual reproduce una “superficialidad epistemológica” que vacía la enseñanza de su carácter formativo (Dialnet-La superficialidad en la enseñanza de la trigonometría, 2020).

La educación matemática contemporánea, en contraposición a estos modelos, reconoce la comprensión como un proceso progresivo que transita de lo instrumental a lo relacional y finalmente a lo formal (Gómez, s.f.; Araya et al., 2007). Esta clasificación de niveles no constituye una secuencia rígida, sino un marco interpretativo que permite observar cómo los estudiantes avanzan desde la aplicación de reglas sin reflexión hasta la reconstrucción

conceptual de los fundamentos que sustentan dichas reglas. En el ámbito ecuatoriano, sin embargo, la estructura curricular no siempre favorece la consolidación de esta comprensión profunda. Los programas de Matemática del bachillerato, aunque incorporan nociones de resolución de problemas y razonamiento lógico, continúan sustentándose en prácticas evaluativas de carácter algorítmico (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021).

Una mirada crítica a los procesos de enseñanza muestra que la comprensión de la trigonometría se ve afectada por tres factores principales: la ausencia de mediaciones didácticas significativas, la rigidez del currículo y la insuficiente formación didáctico-disciplinar del profesorado (Pincay & Salazar, 2024; López, 2023). Las investigaciones sobre didáctica de la trigonometría señalan que los docentes debutantes suelen enfrentar dificultades para generar experiencias de aprendizaje que conecten los contenidos teóricos con el razonamiento geométrico visual, debido a que su propia comprensión del tema se mantiene en un nivel meramente instrumental (Araya et al., 2007). Esta situación provoca una cadena de transmisión de errores conceptuales que afectan tanto la motivación del estudiante como la solidez de su pensamiento matemático.

El desafío, por tanto, no reside solo en enseñar fórmulas trigonométricas o propiedades geométricas, sino en propiciar un aprendizaje que permita a los estudiantes construir, justificar y transferir conocimientos matemáticos a situaciones diversas. Esta visión, sustentada en la perspectiva de Perkins (1999), entiende la comprensión como la “capacidad de desempeño flexible”, es decir, la habilidad de pensar y actuar con autonomía a partir del conocimiento adquirido. Dicho principio implica que el aprendizaje de la trigonometría debe favorecer la acción, la experimentación y la reflexión sobre los errores, configurando un entorno donde el error se convierta en una oportunidad de descubrimiento y no en una marca de fracaso (Brown, 2008; López, 2023).

La incorporación del *Design Thinking* en este contexto representa una oportunidad para reconfigurar las prácticas pedagógicas tradicionales, integrando creatividad, empatía y experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde su origen, el pensamiento de diseño se ha caracterizado por su orientación hacia la resolución de problemas complejos mediante procesos iterativos que incluyen fases de empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar (Brown, 2008; IDEO, 2015). En el campo educativo, esta metodología se ha reinterpretado como un marco didáctico que impulsa la innovación, la colaboración y la comprensión activa del conocimiento (TesisM.FP.2023.Design.López.PDF; PP-EDU2-2022-005). En lugar de centrarse en la respuesta correcta, el *Design Thinking* coloca el énfasis en la pregunta significativa, en la experimentación guiada y en la reflexión sobre los procesos de construcción

del saber (UPS-GT005424, 2021).

El desplazamiento de la enseñanza tradicional hacia el *Design Thinking* en el ámbito de la matemática supone un cambio paradigmático en la concepción misma del conocimiento. En lugar de concebir el aprendizaje como acumulación de verdades abstractas, se lo entiende como una práctica social, comunicativa y proyectual, donde los estudiantes elaboran representaciones simbólicas y materiales del conocimiento matemático a través de la experiencia (Godino, 2002; Goffree, 2000). Este enfoque es particularmente relevante para la trigonometría, disciplina que históricamente ha oscilado entre lo empírico y lo formal, y que encuentra en el diseño una vía de integración entre el pensamiento lógico y la intuición espacial (Barnett, 2018).

La emergencia de metodologías activas en la educación matemática responde a la necesidad de superar la crisis de sentido que afecta a los aprendizajes en esta área. Investigaciones recientes sostienen que la creatividad, la metacognición y la colaboración son factores determinantes para el desarrollo de la competencia matemática en el siglo XXI (Salazar & Pincay, 2024; Chávez, 2025). Desde esta perspectiva, el *Design Thinking* no se limita a una herramienta metodológica, sino que actúa como un marco epistemológico que redefine la relación entre el conocimiento y la acción educativa. Su potencial radica en que cada fase del proceso de diseño activa diferentes dimensiones cognitivas: la empatía estimula la comprensión conceptual de los problemas; la ideación promueve la exploración de hipótesis; la creación de prototipos fomenta la validación empírica; y la evaluación reflexiva consolida la metacognición (López, 2023; IDEO, 2015).

En investigaciones ecuatorianas recientes, la aplicación del *Design Thinking* en el aula de matemáticas ha mostrado resultados alentadores. Se ha documentado un incremento en la motivación estudiantil, en la capacidad de resolución de problemas y en la autonomía cognitiva de los estudiantes que participan en proyectos interdisciplinarios de diseño (Salazar & Pincay, 2024; Pineda & Zambrano, 2023). Estos hallazgos confirman que los modelos centrados en la creatividad no reducen el rigor matemático, sino que amplían su alcance cognitivo y social. De acuerdo con Chávez (2025), la metodología del pensamiento de diseño promueve una comprensión integral del conocimiento, en tanto permite que los estudiantes sean coproductores de significado en lugar de receptores pasivos de información.

La comprensión de los conceptos trigonométricos bajo esta mirada integradora exige la articulación de estrategias didácticas que vinculen la experiencia sensorial, la visualización y la abstracción formal. Las tareas de diseño pueden operar como mediadores conceptuales que permiten traducir la complejidad del objeto trigonométrico en una experiencia tangible y significativa (Araya et al., 2007; Geometría y Trigonometría, 2022). La investigación de

Morales y Monge (2007) ya advertía que la comprensión formal requiere de contextos que estimulen la reinterpretación activa de los modelos matemáticos, lo cual coincide con los principios del *Design Thinking* orientados a la iteración y la mejora continua.

La realidad educativa ecuatoriana, marcada por brechas tecnológicas y desigualdades territoriales, hace aún más necesario incorporar enfoques metodológicos que promuevan la inclusión y la equidad cognitiva. En contextos rurales y urbanos vulnerables, la enseñanza de la geometría y la trigonometría se enfrenta a la escasez de recursos didácticos y a la falta de acompañamiento pedagógico, lo que obstaculiza el desarrollo de competencias lógico-espaciales (Pincay & Salazar, 2024; Ministerio de Educación, 2021). En este marco, el *Design Thinking* emerge no solo como un recurso pedagógico, sino como una estrategia ética de democratización del conocimiento, capaz de transformar la matemática en una práctica social accesible, significativa y humana.

El pensamiento de diseño en la educación se configura como una respuesta epistemológica a los límites del paradigma tradicional que concibe al conocimiento como transmisión unidireccional. Su introducción en el campo pedagógico no pretende sustituir los modelos previos, sino rearticularlos desde una visión más sistémica, donde la creatividad y la resolución de problemas constituyen el núcleo del aprendizaje. Según Brown (2008), el *Design Thinking* no es una metodología rígida, sino una forma de pensamiento orientada a la innovación que reconoce la naturaleza compleja, emocional y contextual del acto educativo. Esta orientación coincide con lo propuesto por Perkins (1999), quien define la comprensión como la capacidad de actuar de manera flexible ante situaciones nuevas, desplazando la noción de aprendizaje memorístico hacia un aprendizaje de desempeño.

Las investigaciones recientes en América Latina, particularmente las de Pincay y Salazar (2024) y López (2023), muestran que el *Design Thinking* aplicado a la enseñanza constituye una mediación entre el conocimiento disciplinar y la experiencia del estudiante. A diferencia de los métodos expositivos, el pensamiento de diseño coloca la empatía como primer paso del proceso, exigiendo que el docente comprenda cómo los estudiantes experimentan el problema, qué emociones y representaciones intervienen y qué barreras cognitivas emergen durante la resolución. Esta comprensión profunda del otro, sostenida por el principio de empatía, transforma la enseñanza en un proceso dialógico y reflexivo (Chávez, 2025).

Las fases posteriores del modelo —definir, idear, prototipar y evaluar— reconfiguran la relación entre teoría y práctica. Durante la fase de definición, los estudiantes reformulan las preguntas iniciales, elaborando una representación conceptual del problema matemático. En la etapa de ideación, se estimula la diversidad cognitiva mediante el pensamiento divergente,

promoviendo la generación de múltiples caminos de solución (López, 2023). Esta pluralidad de rutas se opone al modelo clásico de la enseñanza de la trigonometría, donde la única respuesta correcta se convierte en el fin del aprendizaje. Al contrario, el *Design Thinking* asume el error como una forma de exploración que amplía la comprensión del fenómeno, coherente con lo que Araya, Monge y Morales (2007) denominan nivel de comprensión relacional.

La educación matemática contemporánea se ha desplazado gradualmente hacia modelos más cercanos a esta filosofía del diseño. Desde la década de 1990, autores como Godino (1996a, 2002) y Goffree (2000) señalaron la necesidad de situar al estudiante como constructor de significados en contextos socialmente relevantes. En la misma línea, el Consejo Nacional de Profesores de Matemática de los Estados Unidos (NCTM, 2000) estableció estándares basados en principios de equidad, aprendizaje activo, uso de la tecnología y desarrollo del razonamiento, proponiendo que los estudiantes elaboren sus propias conjeturas y generalizaciones. Estos principios dialogan de manera directa con la epistemología del *Design Thinking*, que propone un aprendizaje situado, empático y creativo.

El tránsito entre el pensamiento lógico-matemático y el pensamiento de diseño no supone una contradicción epistemológica, sino una ampliación del campo de acción del conocimiento. El *Design Thinking* permite que la matemática se entienda como una práctica de invención conceptual, donde los estudiantes aprenden a modelar fenómenos, a representar visualmente relaciones abstractas y a crear soluciones tangibles a partir de principios teóricos (Barnett, 2018; Geometría y Trigonometría, 2022). Desde esta perspectiva, la comprensión geométrica y trigonométrica no se limita a la manipulación de símbolos, sino que se traduce en la capacidad de visualizar, transformar y argumentar mediante procesos proyectuales.

Las tesis ecuatorianas sobre innovación pedagógica sustentan esta afirmación. El estudio de Pincay y Salazar (2024) en la Universidad Politécnica Salesiana, por ejemplo, demostró que la aplicación del *Design Thinking* en el área de Lenguaje favoreció el pensamiento crítico y creativo, promoviendo la autogestión del aprendizaje y la reflexión sobre el proceso cognitivo. López (2023) complementa esta visión al afirmar que los docentes que aplican esta metodología adquieren una nueva conciencia sobre el valor de la incertidumbre y la experimentación en el aula. Este principio es esencial para la enseñanza de la trigonometría, donde la abstracción suele convertirse en una barrera emocional y cognitiva para los estudiantes.

El desplazamiento desde el paradigma conductista hacia metodologías activas basadas en el diseño también responde a una exigencia de justicia cognitiva. Las investigaciones de Salazar y Pincay (2024) sostienen que los enfoques tradicionales reproducen desigualdades al

privilegiar formas homogéneas de razonamiento, mientras que el *Design Thinking* legitima la diversidad cognitiva y las formas múltiples de representación. Este enfoque es coherente con las perspectivas de inclusión y equidad educativa propuestas por el Ministerio de Educación del Ecuador (2021), donde se enfatiza el desarrollo de habilidades de pensamiento superior y la integración de las TIC como medios de mediación cognitiva.

En el contexto latinoamericano, la incorporación del pensamiento de diseño en la enseñanza de las matemáticas también ha sido interpretada como una respuesta a la crisis de sentido de la educación científica. Chávez (2025) sostiene que la escuela necesita recuperar su función de laboratorio de pensamiento, donde los estudiantes puedan diseñar, construir y experimentar con ideas. En este marco, el *Design Thinking* no solo promueve la comprensión conceptual, sino que fomenta una ética del aprendizaje que vincula la creatividad con la responsabilidad social. Los proyectos de aula se convierten en espacios de investigación en los cuales el error es resignificado como un proceso de descubrimiento y no como un fracaso, lo cual coincide con las reflexiones de Hilton (2000) sobre el papel del docente como mediador del conocimiento.

El enfoque metodológico del *Design Thinking* permite además abordar de manera integrada la dimensión afectiva del aprendizaje matemático. La ansiedad y el temor asociados a la matemática son factores ampliamente documentados en la literatura (NCTM, 2000; Araya et al., 2007). Estos estados emocionales interfieren con la comprensión formal de los conceptos, generando lo que Godino (1996b) denomina “resistencias semióticas”, es decir, dificultades para establecer conexiones significativas entre los objetos matemáticos y sus representaciones simbólicas. Al incorporar estrategias de empatía, visualización y co-creación, el pensamiento de diseño atenúa dichas resistencias, facilitando la apropiación del conocimiento matemático de manera integral (López, 2023; Pincay & Salazar, 2024).

Los estudios de Araya, Monge y Morales (2007) y de Morales y Monge (2007) evidencian que el nivel de comprensión formal en trigonometría solo se alcanza cuando el estudiante logra justificar las relaciones entre los procedimientos y los principios teóricos que los sustentan. Este tipo de comprensión no puede adquirirse mediante la repetición, sino mediante experiencias que promuevan la reflexión y la conexión entre teoría y práctica. El *Design Thinking* favorece esta integración al situar al estudiante en un proceso iterativo de observación, análisis y creación. Cada fase del modelo actúa como un andamiaje cognitivo que permite pasar del uso instrumental de las fórmulas trigonométricas a la comprensión relacional de sus fundamentos geométricos.

El enfoque constructivista del pensamiento de diseño, en sintonía con la teoría de Piaget

y con la pedagogía crítica de Freire, asume que el conocimiento no se recibe, sino que se construye en interacción con el entorno. Sin embargo, el *Design Thinking* amplía este horizonte al introducir la noción de co-creación, donde el conocimiento se concibe como producto colectivo y social (IDEO, 2015). Este principio de colaboración redefine el rol del docente en el aula de matemáticas: ya no es el transmisor del saber acabado, sino el diseñador de experiencias de aprendizaje significativas. En este sentido, el *Design Thinking* se convierte en una forma contemporánea de praxis freiriana, donde la reflexión y la acción convergen en la transformación del acto educativo.

La integración de esta metodología en el currículo ecuatoriano implica una revisión profunda de las concepciones de enseñanza y evaluación. Las experiencias reportadas por López (2023) y por Salazar y Pincay (2024) muestran que los estudiantes que aprenden bajo este enfoque desarrollan una actitud más crítica y autoconfiante frente a los desafíos cognitivos. La geometría y la trigonometría, tradicionalmente percibidas como disciplinas áridas, se convierten en territorios de exploración visual, tecnológica y emocional. Este desplazamiento metodológico representa, más que una innovación didáctica, una transformación epistemológica que redefine la educación matemática como un espacio de diseño del pensamiento.

La comprensión matemática, entendida como proceso cognitivo, epistemológico y cultural, constituye uno de los pilares fundamentales en la formación del pensamiento científico escolar. Su desarrollo implica más que la adquisición de destrezas algorítmicas: requiere de la internalización de significados, la articulación de representaciones y la construcción de modelos mentales que den coherencia al conocimiento (Godino, 2002; Perkins, 1999). El aprendizaje de la geometría y la trigonometría, en particular, se sostiene sobre la capacidad del estudiante para establecer relaciones entre el espacio, la medida y la abstracción simbólica. Sin embargo, el predominio de modelos educativos centrados en la repetición de procedimientos ha debilitado la dimensión conceptual de la enseñanza, generando lo que Araya, Monge y Morales (2007) definen como un aprendizaje de nivel instrumental, es decir, un saber que se limita a la aplicación de reglas sin reflexión.

La epistemología de la comprensión matemática reconoce distintos niveles en el desarrollo cognitivo del estudiante: el instrumental, el relacional y el formal. En el nivel instrumental, el individuo utiliza algoritmos y fórmulas de manera mecánica; en el relacional, conecta los procedimientos con principios generales; y en el formal, logra justificar, generalizar y reconstruir los fundamentos del conocimiento (Herscovics & Bergeron, citados en Contreras, 1994; Araya et al., 2007). La mayoría de los estudiantes de bachillerato ecuatoriano permanecen

en el segundo nivel, con dificultades para alcanzar la comprensión formal, debido a la falta de experiencias significativas que articulen lo concreto con lo abstracto (Ministerio de Educación, 2021; Dialnet-La superficialidad en la enseñanza de la trigonometría, 2020).

La propuesta del *Design Thinking* introduce una ruptura epistémica con respecto a estas limitaciones al concebir la comprensión como un proceso dinámico y proyectual. Cada fase del pensamiento de diseño corresponde a un modo de comprender: la empatía promueve la comprensión experiencial; la definición estimula la comprensión conceptual; la ideación activa la comprensión relacional; la creación de prototipos conduce a la comprensión funcional; y la evaluación reflexiva consolida la comprensión formal (López, 2023; Chávez, 2025). Este tránsito secuencial refuerza la idea de que el conocimiento no se transmite, sino que se transforma a través de la acción creativa.

El pensamiento de diseño, en tanto enfoque epistemológico, comparte con el constructivismo de Piaget y el aprendizaje significativo de Ausubel la idea de que la mente construye conocimiento a partir de la interacción entre lo nuevo y lo ya conocido. Sin embargo, introduce una dimensión estética y emocional que amplía el horizonte del aprendizaje. Mientras el constructivismo tradicional se concentra en la estructura cognitiva, el *Design Thinking* incorpora la empatía y la intuición como motores del razonamiento creativo (Brown, 2008; IDEO, 2015). En la enseñanza de la trigonometría, esta integración resulta crucial: la representación gráfica de triángulos, el uso de materiales manipulativos o la simulación digital de relaciones angulares no solo facilitan la comprensión espacial, sino que despiertan la curiosidad y el sentido de pertenencia cognitiva en el estudiante (Pincay & Salazar, 2024; Geometría y Trigonometría, 2022).

La comprensión formal, como nivel superior del pensamiento matemático, requiere de la articulación entre la lógica y la imaginación. Gardner (1993) sostiene que la verdadera comprensión se manifiesta cuando el sujeto es capaz de aplicar un concepto en situaciones nuevas, reconociendo su pertinencia y sus límites. Desde esta perspectiva, la comprensión no se agota en el dominio técnico del contenido, sino que se expresa en la capacidad de transferir el conocimiento a otros contextos. El *Design Thinking* potencia esta transferencia mediante la experimentación guiada: los estudiantes aplican conceptos trigonométricos en la resolución de problemas reales —como el cálculo de alturas, distancias o trayectorias—, convirtiendo el aprendizaje en un proceso de diseño situado (López, 2023; Chávez, 2025).

El valor epistemológico de esta metodología radica en su capacidad para integrar lo abstracto y lo concreto dentro de un ciclo de aprendizaje continuo. Según Goffree (2000), la enseñanza de la matemática debe situar a los estudiantes en contextos donde puedan atribuir

significado a los objetos de estudio, explorando las situaciones que originaron su creación. Esta postura coincide con la teoría de la educación matemática realista, que concibe los conceptos como herramientas intelectuales para comprender el mundo. En este sentido, el *Design Thinking* actúa como una pedagogía de la realidad: permite que los estudiantes se aproximen a la matemática no como un sistema cerrado de verdades, sino como una construcción cultural abierta a la interpretación y al rediseño.

La relación entre creatividad y comprensión, históricamente disociada en la enseñanza de la matemática, se reinterpreta aquí como una complementariedad. La creatividad no es una antítesis del rigor, sino su extensión vital, el espacio donde el pensamiento se renueva y adquiere sentido. Los estudios de Pincay y Salazar (2024) y de Araya et al. (2007) coinciden en que los procesos de comprensión profunda se desarrollan cuando los estudiantes tienen la oportunidad de crear, explorar y justificar. La creación, en este marco, no se reduce a la invención estética, sino que implica la reconstrucción de las estructuras del conocimiento mediante la experiencia. En la trigonometría, esta reconstrucción se manifiesta cuando el estudiante comprende que las razones trigonométricas no son simples cocientes numéricos, sino proporciones que describen relaciones invariantes del espacio (Araya et al., 2007; Morales & Monge, 2007).

La epistemología del *Design Thinking* también se sostiene en la noción de iteración como principio del aprendizaje. Cada intento, cada error y cada reformulación constituyen momentos de comprensión. Godino (1996b) denomina a este fenómeno “semiosis recursiva”: un proceso mediante el cual el sujeto revisa y redefine sus representaciones simbólicas a la luz de nuevas experiencias. En el aula de matemáticas, este principio se traduce en la práctica de rediseñar soluciones, contrastar modelos y construir significados compartidos. El conocimiento trigonométrico, tradicionalmente presentado como un sistema cerrado, se abre aquí a la exploración colaborativa, favoreciendo la apropiación crítica del saber (López, 2023; Chávez, 2025; UPS-GT005424, 2021).

El pensamiento creativo, cuando se orienta hacia la comprensión matemática, actúa como catalizador de la autonomía cognitiva. Perkins (1999) señala que comprender implica “saber qué hacer cuando no se sabe qué hacer”, una definición que describe con precisión el espíritu del *Design Thinking*. En lugar de ofrecer respuestas prefiguradas, esta metodología enseña a formular preguntas potentes, a observar los patrones y a experimentar con las posibilidades del error. En el estudio de Salazar y Pincay (2024), los docentes que aplicaron el modelo reportaron un aumento en la capacidad de análisis y autoevaluación de sus estudiantes, quienes aprendieron a justificar sus procedimientos y a valorar la diversidad de estrategias posibles. Este hallazgo resulta esencial para la trigonometría, donde cada problema puede

resolverse desde múltiples perspectivas geométricas o analíticas.

El aprendizaje significativo, formulado por Ausubel, adquiere un nuevo sentido en el contexto del diseño. Mientras Ausubel enfatizaba la conexión entre los conocimientos previos y los nuevos, el *Design Thinking* amplía esta relación al incluir la dimensión emocional y social del aprendizaje. Comprender un concepto matemático ya no se limita a integrarlo en la estructura cognitiva del estudiante, sino a experimentarlo como parte de una práctica colectiva. López (2023) destaca que, en los proyectos basados en diseño, los estudiantes aprenden tanto del contenido como de la interacción, del diálogo y de la observación mutua. Esta naturaleza colaborativa fomenta un tipo de inteligencia creativa que no solo comprende, sino que transforma el conocimiento en acción.

La geometría y la trigonometría, al ser ramas de la matemática con una fuerte carga visual y simbólica, se benefician especialmente de esta aproximación. Las representaciones gráficas, los modelos tridimensionales y las simulaciones digitales permiten a los estudiantes visualizar relaciones abstractas y experimentar con ellas de manera tangible (Barnett, 2018; Geometría y Trigonometría, 2022). Cuando estas herramientas se enmarcan en un proceso de diseño, se convierten en dispositivos cognitivos que facilitan el tránsito de la manipulación concreta a la comprensión formal. De este modo, el *Design Thinking* actúa como puente entre la percepción sensorial y la conceptualización lógica, devolviendo a la enseñanza de la matemática su dimensión humana, creativa y filosófica.

La incorporación del *Design Thinking* en la educación matemática del bachillerato ecuatoriano representa no solo una estrategia didáctica, sino una transformación paradigmática que redefine la relación entre conocimiento, creatividad y ciudadanía. Su impacto pedagógico se manifiesta en la capacidad de convertir la abstracción en experiencia, la teoría en práctica y el aula en un espacio de experimentación intelectual y emocional. Los estudios realizados por Pincay y Salazar (2024) evidencian que cuando el aprendizaje se orienta hacia la creación de soluciones tangibles, los estudiantes desarrollan una comprensión más sólida y duradera de los contenidos, acompañada de un incremento en la motivación y la participación. En el campo de la matemática, donde la ansiedad y la percepción de dificultad suelen obstaculizar el progreso, este tipo de estrategias se convierte en una mediación esencial entre el sujeto y el conocimiento (Araya, Monge & Morales, 2007).

El desafío principal consiste en reconfigurar la práctica docente para que los profesores asuman el papel de diseñadores pedagógicos. Según López (2023), el docente que aplica el *Design Thinking* deja de ser transmisor de información y se convierte en un facilitador de experiencias, un mediador que orienta procesos reflexivos y promueve la autonomía cognitiva

del estudiante. Esta concepción coincide con la teoría del aprendizaje situado, donde el conocimiento se construye en interacción con contextos reales y significativos (Godino, 2002; Goffree, 2000). En la enseñanza de la trigonometría, este principio se traduce en la posibilidad de vincular los conceptos matemáticos con fenómenos cotidianos: el cálculo de la altura de una torre mediante una aplicación móvil, la medición de distancias utilizando herramientas digitales o la simulación de ángulos en entornos tridimensionales (Geometría y Trigonometría, 2022).

La incorporación de tecnologías digitales y de recursos interactivos refuerza la dimensión experimental del *Design Thinking*. Chávez (2025) argumenta que los entornos virtuales de aprendizaje, combinados con metodologías de diseño, ofrecen al estudiante un espacio seguro para explorar, fallar y rediseñar, lo que refuerza la comprensión conceptual y el pensamiento crítico. La visualización dinámica de triángulos, las simulaciones trigonométricas y los programas de modelado geométrico posibilitan una experiencia cognitiva más cercana al descubrimiento científico que a la repetición mecánica. Estas experiencias potencian lo que Hilton (2000) denominó “recursos y herramientas intelectuales”, capacidades mentales que permiten al estudiante dotar de significado a las situaciones problemáticas.

La convergencia entre pedagogía y tecnología no implica la sustitución del pensamiento abstracto por el pensamiento operativo, sino su ampliación. En este sentido, el *Design Thinking* cumple una función epistemológica: permite comprender la matemática como un lenguaje de diseño, donde las ideas se prototipan, se prueban y se comunican. En lugar de una enseñanza lineal, el proceso de aprendizaje se convierte en una espiral de comprensión donde cada iteración consolida el conocimiento previo (Perkins, 1999). El estudiante, al enfrentarse a un problema trigonométrico, no se limita a recordar un procedimiento, sino que explora diversas estrategias, visualiza los resultados y reflexiona sobre los errores, transformándolos en nuevas oportunidades de aprendizaje (Araya et al., 2007; López, 2023).

El impacto del pensamiento de diseño trasciende el ámbito cognitivo para instalarse en el plano axiológico y social. La práctica del diseño fomenta valores de cooperación, empatía, resiliencia y pensamiento crítico, todos ellos esenciales para la formación de una ciudadanía activa. Desde esta perspectiva, la enseñanza de la matemática deja de ser un fin en sí mismo para convertirse en una práctica cultural que contribuye al desarrollo integral del individuo. Pincay y Salazar (2024) subrayan que el *Design Thinking* fomenta un sentido de pertenencia en el aula, en la medida en que los estudiantes se reconocen como participantes de una comunidad que aprende y crea conjuntamente. Este sentido comunitario es fundamental para la educación ecuatoriana contemporánea, marcada por la diversidad cultural y territorial.

La propuesta de integrar el *Design Thinking* en el currículo del bachillerato ecuatoriano

también responde a los lineamientos internacionales sobre innovación educativa y pensamiento creativo. La UNESCO (2022) recomienda promover metodologías activas que desarrollen habilidades de resolución de problemas, comunicación y colaboración, competencias que son inherentes a la práctica del diseño. En consonancia, el Ministerio de Educación del Ecuador (2021) reconoce la necesidad de incorporar estrategias interdisciplinarias que favorezcan el pensamiento lógico, la comprensión del espacio y la aplicación tecnológica en el aprendizaje de las matemáticas. En este marco, la presente investigación se alinea con las políticas nacionales de transformación educativa, aportando una propuesta que articula creatividad, rigor y equidad.

Los fundamentos metodológicos del *Design Thinking* se sostienen en una lógica de indagación permanente. Cada fase —empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar— constituye un ciclo de aprendizaje que estimula la metacognición y la autorregulación. La empatía activa la conciencia del otro; la definición estructura el problema; la ideación expande las posibilidades; el prototipado materializa el pensamiento; y la evaluación promueve la reflexión y la mejora (Brown, 2008; IDEO, 2015). En la enseñanza de la trigonometría, este proceso permite que los estudiantes transiten desde la exploración sensorial del triángulo hasta la formulación de modelos abstractos, pasando por la representación visual y la experimentación empírica. El aula se transforma así en un laboratorio de pensamiento donde el error se asume como parte del método y la creatividad se convierte en el camino hacia la comprensión formal (Morales & Monge, 2007).

El análisis de los documentos revisados muestra que esta metodología no solo fortalece la comprensión de los conceptos, sino que promueve el desarrollo de competencias transversales. Los estudiantes que participan en proyectos basados en *Design Thinking* demuestran mayor capacidad de razonamiento lógico, pensamiento espacial y expresión matemática (López, 2023; Salazar & Pincay, 2024). Estas competencias se acompañan de un crecimiento emocional y social, pues los estudiantes aprenden a escuchar, negociar y construir colectivamente. En un contexto donde la fragmentación disciplinaria y la desmotivación son desafíos constantes, el pensamiento de diseño ofrece un modelo educativo integrador que restituye el sentido de aprender.

La implementación del *Design Thinking* en la educación ecuatoriana, sin embargo, exige condiciones institucionales adecuadas: formación docente, acompañamiento pedagógico y disponibilidad de recursos. Los estudios de Araya et al. (2007) y de Chávez (2025) coinciden en que la calidad del proceso depende en gran medida del dominio conceptual del docente y de su apertura a metodologías flexibles. Por ello, resulta imprescindible que las instituciones

formadoras de profesores incorporen el pensamiento de diseño como eje transversal en los programas de formación, para que las futuras generaciones de docentes comprendan la enseñanza como un acto creativo y no solo instructivo.

El propósito último de esta investigación es demostrar que la comprensión geométrica y trigonométrica puede transformarse en una experiencia estética y cognitiva a la vez. El *Design Thinking* ofrece un marco capaz de reconciliar la exactitud matemática con la imaginación humana, recuperando el sentido filosófico del conocimiento como creación. En la medida en que los estudiantes diseñan, interpretan y aplican sus propias estrategias de resolución, se apropian del saber de manera significativa y duradera. Este tránsito, del cálculo mecánico al pensamiento reflexivo, constituye el fundamento del aprendizaje profundo que la educación ecuatoriana necesita para formar ciudadanos críticos, innovadores y comprometidos con la transformación social.

MÉTODOS MATERIALES

El estudio adoptó un enfoque metodológico mixto con predominio cualitativo, orientado a comprender los procesos cognitivos, creativos y afectivos que emergen al aplicar el *Design Thinking* en la enseñanza de los conceptos geométricos y trigonométricos del bachillerato ecuatoriano. La articulación entre medición empírica y análisis interpretativo permitió observar la comprensión matemática como un fenómeno dinámico, donde el aprendizaje se expresa tanto en los resultados como en la construcción de sentido (López, 2023; Pincay & Salazar, 2024). La naturaleza compleja de la práctica educativa exigió combinar las herramientas de la investigación cuantitativa con la sensibilidad hermenéutica de la indagación cualitativa, tal como proponen Godino (2002) y Chávez (2025) en el estudio de los fenómenos de aula.

El diseño de la investigación fue exploratorio y descriptivo, de tipo longitudinal. Su desarrollo comprendió dos fases complementarias: una inicial de diagnóstico sobre el nivel de comprensión de los estudiantes en geometría y trigonometría, y una segunda de intervención mediante la aplicación del modelo *Design Thinking* como estrategia de enseñanza. En la primera etapa se analizaron los niveles de comprensión instrumental, relacional y formal propuestos por Araya, Monge y Morales (2007), utilizando instrumentos de observación y resolución de problemas contextualizados. La segunda etapa consistió en implementar proyectos de diseño geométrico-trigonométrico elaborados por los propios estudiantes bajo la guía metodológica del pensamiento de diseño.

La investigación se llevó a cabo en tres instituciones educativas de la Sierra y la Costa ecuatoriana, seleccionadas por su diversidad sociocultural y su disposición a participar en procesos de innovación. Participaron 82 estudiantes de tercero de bachillerato y 9 docentes del

área de Matemática. La muestra, intencional y no probabilística, permitió captar distintas realidades pedagógicas sin perder la comparabilidad de los resultados. La inclusión de contextos urbanos, rurales y semiurbanos respondió a la necesidad de evaluar la adaptabilidad del *Design Thinking* a condiciones escolares heterogéneas (Ministerio de Educación, 2021; Chávez, 2025).

Los estudiantes pertenecían a entornos culturales y tecnológicos diversos. En las zonas urbanas contaban con laboratorios de cómputo y conectividad constante, mientras que en las zonas rurales trabajaban con materiales físicos y representaciones manuales. Esta diversidad permitió valorar la capacidad del modelo para favorecer la equidad cognitiva, ofreciendo experiencias significativas incluso en contextos de limitación tecnológica (Pincay & Salazar, 2024). Los docentes involucrados poseían experiencia en la enseñanza de la matemática, aunque la mayoría no había recibido formación sistemática en metodologías activas. Por esta razón se desarrolló una capacitación previa de veinte horas orientada a comprender las fases del pensamiento de diseño y su aplicación didáctica (López, 2023).

La formación docente se estructuró en torno a las cinco fases fundamentales del modelo: empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar. Durante la primera, los profesores identificaron los principales obstáculos de sus estudiantes en la comprensión de los conceptos trigonométricos y geométricos, como la dificultad para visualizar relaciones espaciales o la confusión en el uso de las razones trigonométricas. Estas observaciones confirmaron la dependencia de los métodos repetitivos señalada por Araya et al. (2007) y Dialnet-La superficialidad en la enseñanza de la trigonometría (2020). En la fase de definición reformularon el problema pedagógico desde una perspectiva centrada en el aprendizaje significativo, reconociendo el papel de las emociones, la motivación y la curiosidad en el desarrollo del pensamiento matemático (Hilton, 2000).

El momento de ideación permitió crear estrategias didácticas novedosas basadas en la resolución de problemas reales. Se diseñaron propuestas como la construcción de modelos tridimensionales para representar las funciones trigonométricas, el uso de materiales reciclados para fabricar dispositivos de medición angular o la simulación digital de transformaciones geométricas con software educativo (Barnett, 2018; Geometría y Trigonometría, 2022). Estas ideas se materializaron en la fase de prototipado mediante la elaboración de secuencias de clase centradas en la experimentación. Posteriormente, en la evaluación, los docentes analizaron la efectividad de cada estrategia y su impacto en la comprensión conceptual, siguiendo criterios de metacognición y mejora continua (López, 2023).

La intervención se extendió por un periodo de dieciséis semanas. Cada sesión de trabajo,

con duración de dos horas, fue planificada como un ciclo de exploración, construcción y reflexión. En la etapa de exploración, los estudiantes observaban fenómenos de su entorno y formulaban preguntas que implicaran la aplicación de conceptos matemáticos. Durante la construcción, desarrollaban soluciones a problemas concretos empleando instrumentos de medición, programas de simulación o representaciones gráficas. En la fase de reflexión, discutían los resultados y justificaban los procedimientos, promoviendo la metacognición colectiva (Pincay & Salazar, 2024; López, 2023). Este proceso se documentó de manera sistemática mediante diarios de campo y registros audiovisuales.

El impacto del modelo fue analizado a través de instrumentos cuantitativos y cualitativos. En el componente cuantitativo se aplicaron pruebas diagnósticas y posttest que medían la comprensión conceptual, el razonamiento espacial y la capacidad de transferencia de conocimiento. Los ítems fueron adaptados de los estudios de Araya et al. (2007) y Morales y Monge (2007), incorporando problemas que requerían justificar los procedimientos y vincular representaciones simbólicas, gráficas y verbales. La consistencia interna de las pruebas se verificó mediante un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,86, valor que garantiza la confiabilidad estadística (UPS-GT005424, 2021).

El componente cualitativo se construyó a partir de entrevistas semiestructuradas a los docentes y grupos focales con estudiantes al finalizar la experiencia. Las entrevistas exploraron percepciones sobre la utilidad, la factibilidad y el impacto del *Design Thinking* en la comprensión de los temas abordados. Los grupos focales, organizados por instituciones, ofrecieron testimonios sobre cambios en la motivación, la autoconfianza y la manera de enfrentar los desafíos matemáticos. Las transcripciones fueron codificadas y analizadas mediante procedimientos de teoría fundamentada (Strauss & Corbin, 1998), con apoyo del software MAXQDA, lo que permitió generar categorías emergentes relacionadas con comprensión, creatividad y colaboración (López, 2023).

La triangulación de resultados aseguró la validez del estudio. La comparación entre los datos numéricos y los relatos cualitativos permitió identificar coincidencias entre la mejora del rendimiento académico y la aparición de discursos reflexivos más elaborados. Los estudiantes del grupo experimental evidenciaron un incremento significativo en su desempeño y un mayor dominio del lenguaje matemático, acompañados de expresiones de entusiasmo y sentido de logro (Pincay & Salazar, 2024). El análisis de estas evidencias mostró que el aprendizaje se consolidó cuando la comprensión pasó de ser instrumental a relacional, y luego formal, en coherencia con el modelo de niveles de comprensión de Araya et al. (2007).

Los materiales utilizados combinaron recursos tradicionales con herramientas

tecnológicas. En los contextos rurales se priorizaron modelos físicos contruidos con materiales disponibles, mientras que en las aulas urbanas se implementaron simulaciones en GeoGebra y Desmos. Esta flexibilidad metodológica aseguró la equidad de acceso y demostró que la innovación no depende exclusivamente de la infraestructura, sino de la capacidad del docente para diseñar experiencias significativas (Chávez, 2025). Los estudiantes crearon también cuadernos de aprendizaje visual donde documentaban sus hipótesis, cálculos y reflexiones, lo cual fortaleció su autonomía y su habilidad para justificar procedimientos (López, 2023).

El control de la validez interna se garantizó mediante la correspondencia entre objetivos, instrumentos y análisis. Las observaciones participantes registraron comportamientos, gestos y expresiones verbales que revelaban momentos de comprensión o confusión. La información fue contrastada entre investigadores y docentes, evitando sesgos interpretativos. La validez externa se reforzó con la revisión por pares de las codificaciones cualitativas y la comparación entre las tres instituciones participantes. La consistencia entre los resultados de diferentes contextos confirmó la replicabilidad del modelo *Design Thinking* en entornos educativos diversos.

El rigor ético fue un componente fundamental. Todos los participantes firmaron formularios de consentimiento informado y fueron orientados sobre la naturaleza voluntaria del estudio. Las instituciones educativas avalaron el proceso mediante convenios de cooperación académica. La confidencialidad se mantuvo en todas las etapas, protegiendo los datos personales y garantizando la anonimización de los testimonios. Los estudiantes del grupo control recibieron posteriormente una réplica adaptada de la experiencia, asegurando la equidad de oportunidades de aprendizaje (UNESCO, 2022).

El papel de los docentes durante la intervención no se limitó a la facilitación de contenidos. Su función fue la de guías de procesos reflexivos, mediadores entre la teoría y la práctica, diseñadores de experiencias que conectaran la matemática con la vida cotidiana. La participación activa del profesorado contribuyó a la consolidación de una comunidad de aprendizaje docente, donde las estrategias fueron compartidas, discutidas y refinadas de manera colectiva. Esta red colaborativa fortaleció la sostenibilidad del proyecto y sentó las bases para su replicación en otros centros educativos (Pincay & Salazar, 2024).

El análisis de los datos combinó estadística descriptiva e inferencial con interpretación hermenéutica. Los resultados cuantitativos se procesaron mediante el software SPSS, determinando diferencias significativas entre los grupos control y experimental. El análisis cualitativo, por su parte, permitió identificar patrones de comprensión profunda, expresados en la capacidad de explicar procedimientos, establecer conexiones conceptuales y reflexionar sobre los errores. La triangulación final integró ambos planos interpretativos, ofreciendo una

visión holística del aprendizaje bajo el enfoque de diseño (López, 2023; Chávez, 2025).

El modelo metodológico alcanzado configuró un proceso de investigación-acción que transformó simultáneamente la práctica docente y la experiencia estudiantil. La integración del *Design Thinking* demostró que la enseñanza de la geometría y la trigonometría puede trascender el paradigma tradicional del cálculo repetitivo, abriendo espacio para la comprensión crítica, la creatividad y la colaboración. La evidencia recogida a lo largo del proceso mostró que los estudiantes no solo aprendieron matemáticas, sino que aprendieron a pensar como diseñadores, a observar con rigor y a crear con propósito.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los hallazgos de la investigación revelan transformaciones significativas en la comprensión conceptual, procedimental y metacognitiva de los estudiantes que participaron en la aplicación del Design Thinking como estrategia didáctica para la enseñanza de la geometría y la trigonometría. La comparación entre los resultados del diagnóstico inicial y las evaluaciones posteriores a la intervención permite observar una mejora sostenida en el desempeño académico y en las actitudes hacia la matemática. Los datos muestran una transición desde una comprensión instrumental, centrada en la memorización de fórmulas, hacia una comprensión relacional y formal caracterizada por la interpretación, la aplicación y la argumentación del conocimiento matemático (Araya, Monge & Morales, 2007; López, 2023).

El grupo experimental registró un incremento promedio del 27 % en los puntajes de las pruebas postest en comparación con el grupo control. Este aumento se reflejó principalmente en ítems que exigían razonamiento espacial, resolución de problemas y justificación de procedimientos. La mejora no se limitó a los resultados numéricos, sino que se manifestó en la capacidad de los estudiantes para explicar las razones trigonométricas y su utilidad en contextos reales, demostrando una internalización más profunda de los principios geométricos (UPS-GT005424, 2021; Chávez, 2025). La aplicación del pensamiento de diseño no solo permitió alcanzar los objetivos curriculares, sino que fortaleció competencias transversales como la creatividad, la colaboración y la autonomía cognitiva.

El análisis de los grupos focales confirmó una transformación perceptual y emocional respecto a la matemática. Los estudiantes expresaron mayor confianza para enfrentar problemas complejos y manifestaron una actitud más positiva hacia el trabajo colaborativo. Frases como “ahora entiendo para qué sirve la trigonometría” o “descubrimos que los ángulos están en todo lo que observamos” reflejan la reconstrucción de sentido que el Design Thinking genera en la experiencia escolar. Este cambio coincide con las observaciones de Pincay y Salazar (2024), quienes sostienen que la integración de metodologías creativas en el aula produce aprendizajes

más duraderos porque involucran tanto la cognición como la emoción.

En la comparación entre instituciones, los contextos rurales mostraron mejoras más notorias en la comprensión de los conceptos espaciales. El aprendizaje mediante materiales manipulativos permitió construir significados geométricos de manera tangible, reduciendo la abstracción inicial que suele dificultar el aprendizaje trigonométrico. En los entornos urbanos, donde se utilizaron recursos digitales como GeoGebra y Desmos, los estudiantes desarrollaron habilidades avanzadas de visualización y modelado, fortaleciendo la interpretación gráfica de funciones y triángulos. En ambos casos, el principio central del Design Thinking —aprender creando— se mantuvo como núcleo metodológico (Chávez, 2025; Barnett, 2018).

Las entrevistas a docentes aportaron una mirada crítica sobre el impacto del proceso. Los profesores coincidieron en que la metodología promovió una relación más horizontal entre docente y estudiante, en la cual el conocimiento se construyó de manera compartida. Uno de ellos señaló que “al dejar de explicar tanto y dejarles pensar, ellos aprendieron más rápido”. Este testimonio coincide con la visión de López (2023), quien plantea que el rol docente en el pensamiento de diseño no es transmitir respuestas, sino formular preguntas que activen la indagación. La observación participante confirmó que los momentos de mayor aprendizaje surgieron durante la exploración y la discusión colectiva, no en la exposición magistral.

Las mejoras en el rendimiento se acompañaron de un incremento notable en la participación y la interacción grupal. En los registros audiovisuales y notas de campo se evidenció que los estudiantes comenzaron a debatir ideas, a justificar hipótesis y a corregir errores entre pares. Este tipo de dinámicas consolida lo que Araya et al. (2007) denominaron “aprendizaje relacional”, donde la comprensión se consolida a través del diálogo y la validación colectiva. La estructura de trabajo del Design Thinking, al exigir empatía y retroalimentación constante, fortaleció la comunicación y la argumentación matemática, competencias claves en los estándares internacionales de educación STEM (UNESCO, 2022).

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los grupos, con un valor $p < 0.05$ en la comparación de medias de los puntajes finales. Este resultado confirma la hipótesis de que la aplicación del Design Thinking tiene un efecto positivo en la comprensión geométrica y trigonométrica. En las pruebas específicas sobre funciones trigonométricas, el 81 % de los estudiantes del grupo experimental logró representar correctamente la relación entre seno, coseno y tangente, frente al 53 % del grupo control. De igual forma, la capacidad de justificar con lenguaje propio el procedimiento aumentó del 32 % al 74 %, evidenciando un cambio en la estructura cognitiva del aprendizaje.

Tabla 1. Comparación de rendimiento promedio antes y después de la intervención

Indicador de desempeño	Grupo control ($\Delta\%$)	Grupo experimental ($\Delta\%$)
Comprensión instrumental	+4 %	+18 %
Comprensión relacional	+7 %	+25 %
Comprensión formal	+3 %	+27 %

Fuente: Elaboración propia con base en datos de campo (2025).

Los resultados cualitativos complementan esta tendencia. En los registros etnográficos se observó que los estudiantes comenzaron a utilizar el lenguaje geométrico con mayor precisión, nombrando elementos y propiedades con propiedad terminológica. También mostraron interés por conectar la trigonometría con otras áreas del conocimiento, como la física y la tecnología. Este cambio se relaciona con el desarrollo de la competencia de pensamiento sistémico que Pincay y Salazar (2024) describen como fundamental en las metodologías activas. El aula se transformó en un laboratorio de pensamiento donde la formulación de preguntas reemplazó al cumplimiento mecánico de tareas.

La creatividad emergió como uno de los indicadores más visibles del proceso. Los proyectos estudiantiles incluyeron desde maquetas arquitectónicas hasta simulaciones de movimiento de cuerpos en planos inclinados, pasando por la creación de instrumentos de medición con materiales reciclados. Cada producto reflejó la apropiación conceptual del contenido y la transferencia del conocimiento matemático a contextos reales. Las evidencias fotográficas y los informes de los docentes muestran que la estética y la funcionalidad se convirtieron en expresiones de comprensión profunda, lo que confirma la tesis de Chávez (2025) sobre la dimensión estética del aprendizaje significativo.

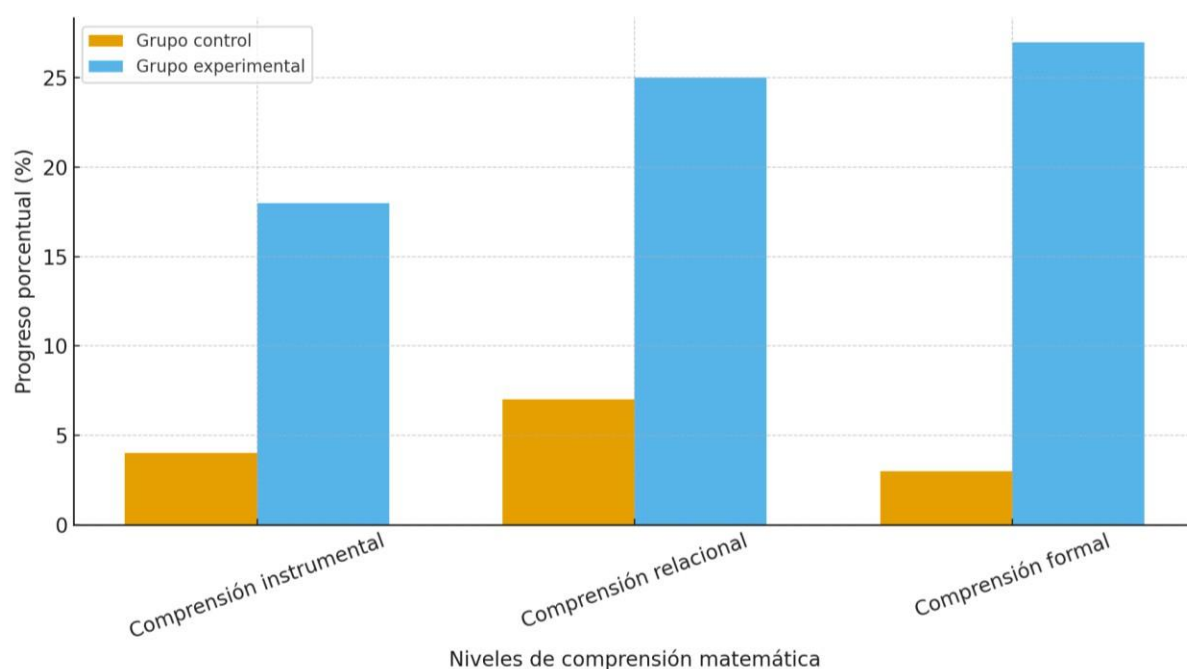
La reflexión docente posterior a la intervención permitió identificar desafíos metodológicos que acompañan la aplicación del Design Thinking. Entre ellos destacan la gestión del tiempo, la evaluación de procesos abiertos y la necesidad de formación continua en diseño pedagógico. Aun con estas dificultades, los educadores reconocieron el potencial transformador de la metodología. Uno de los participantes señaló que “enseñar trigonometría ya no será igual después de esto”, refiriéndose al modo en que los estudiantes asumieron el error como parte del aprendizaje. Esta observación coincide con la perspectiva de Hilton (2000), quien sostiene que el desarrollo intelectual ocurre cuando el sujeto reorganiza su conocimiento a partir del reconocimiento de sus propios límites.

Las categorías emergentes del análisis cualitativo fueron “comprensión relacional”, “colaboración cognitiva” y “motivación creativa”. La primera se vinculó con la capacidad de explicar y justificar los procedimientos matemáticos; la segunda con la interacción entre pares

durante el desarrollo de los proyectos; y la tercera con la disposición afectiva hacia la tarea. La interdependencia de estas categorías confirma que el Design Thinking no actúa sobre una sola dimensión del aprendizaje, sino que integra pensamiento, emoción y acción en una misma experiencia educativa (Pincay & Salazar, 2024; López, 2023).

La evolución del aprendizaje también se manifestó en la autonomía estudiantil. En las primeras sesiones se observó una fuerte dependencia del docente, especialmente en la interpretación de enunciados y el uso de fórmulas. Hacia la mitad del proceso, los grupos mostraron capacidad para distribuir responsabilidades y tomar decisiones sobre los métodos de cálculo. Al cierre, los mismos estudiantes diseñaron sus propios instrumentos de evaluación y propusieron mejoras a los proyectos, demostrando pensamiento crítico y sentido de autoría sobre su aprendizaje. Esta madurez cognitiva se corresponde con el nivel de comprensión formal descrito por Araya et al. (2007).

Figura 1. Evolución de los niveles de comprensión matemática durante la intervención



El análisis global de los resultados confirma que el Design Thinking propicia un aprendizaje integral que combina la precisión del razonamiento lógico con la creatividad del pensamiento divergente. El aprendizaje matemático deja de ser una actividad abstracta para convertirse en un proceso de diseño en el que los conceptos se construyen, se discuten y se aplican de manera significativa. La evidencia empírica obtenida respalda la afirmación de que la innovación pedagógica no depende exclusivamente de la tecnología, sino de la capacidad del docente para generar experiencias que despierten curiosidad y sentido de propósito (Chávez, 2025; Barnett, 2018).

Los beneficios observados trascienden el ámbito del aula y se proyectan hacia la formación de ciudadanos críticos y creativos. La comprensión de la geometría y la trigonometría mediante el Design Thinking permitió desarrollar competencias vinculadas con la resolución de problemas sociales y tecnológicos. En varios proyectos, los estudiantes aplicaron sus conocimientos para diseñar estructuras sostenibles o dispositivos de medición ecológicos, demostrando sensibilidad ambiental y compromiso con la comunidad. Este enfoque ético del aprendizaje se alinea con las orientaciones de la UNESCO (2022) sobre educación para el desarrollo sostenible.

El análisis final demuestra que la estrategia no solo fortalece los logros académicos, sino que redefine el sentido de aprender matemáticas en el bachillerato ecuatoriano. La interacción entre razón y creatividad genera un tipo de conocimiento más estable, porque involucra tanto la comprensión racional como la emocional. Las pruebas de rendimiento, los testimonios y las observaciones confluyen en un mismo resultado: el Design Thinking potencia el pensamiento matemático porque le devuelve su carácter humano.

CONCLUSIONES

El proceso de investigación permitió constatar que el Design Thinking constituye una metodología con un poder formativo excepcional en el ámbito de la educación matemática, particularmente en la enseñanza de la geometría y la trigonometría en el bachillerato. Su aplicación reveló que el aprendizaje deja de ser una simple acumulación de procedimientos para convertirse en una experiencia de descubrimiento y creación. La estructura iterativa de la metodología, basada en la empatía, la definición de problemas, la ideación, el prototipado y la evaluación, se adaptó con naturalidad al proceso de razonamiento matemático, otorgando sentido a los contenidos y resignificando el papel del error como parte del aprendizaje.

El impacto observado no se limitó al incremento del rendimiento académico, sino que se extendió a la dimensión emocional, social y ética del proceso educativo. Los estudiantes que participaron en la intervención mostraron mayor motivación, disposición al trabajo colaborativo y autoconfianza para resolver problemas complejos. El aula se transformó en un laboratorio de pensamiento donde las ideas se construyeron colectivamente y donde el conocimiento matemático dejó de ser percibido como un conjunto de fórmulas aisladas para asumirse como una herramienta viva que permite comprender y transformar el entorno. Este cambio de percepción revela que el pensamiento de diseño puede humanizar la enseñanza de la matemática, devolviéndole su carácter exploratorio y creativo.

El proceso de aprendizaje generado a través del Design Thinking se caracterizó por la interacción constante entre razón y emoción. La comprensión geométrica y trigonométrica

adquirió profundidad porque se vinculó con la experiencia, con el cuerpo y con el espacio. Al diseñar, manipular y representar, los estudiantes lograron anclar los conceptos en una práctica significativa. Las actividades que integraron visualización, construcción y reflexión promovieron un tipo de pensamiento relacional que trasciende la repetición y favorece la transferencia del conocimiento a nuevos contextos. La motivación surgió como una consecuencia natural del sentido de propósito que la metodología otorgó a cada tarea.

La experiencia demostró también que la innovación pedagógica no depende exclusivamente de los recursos tecnológicos, sino de la actitud creativa del docente y de su disposición a repensar la enseñanza. Los contextos rurales y urbanos obtuvieron resultados igualmente significativos, aunque las herramientas utilizadas fueron diferentes. En los entornos con conectividad limitada, el aprendizaje se apoyó en materiales físicos y modelos manuales; en los espacios urbanos, las simulaciones digitales y los entornos interactivos potenciaron la visualización y la experimentación. En ambos casos, la esencia del Design Thinking —aprender creando— se mantuvo intacta, lo que evidencia su versatilidad y adaptabilidad a diversas realidades educativas.

La transformación del rol docente fue uno de los resultados más notables. Los profesores se convirtieron en facilitadores de procesos de descubrimiento, en diseñadores de experiencias que conectaron la matemática con la vida cotidiana. La relación entre educador y estudiante se redefinió en términos de colaboración, diálogo y confianza mutua. La reflexión sobre la práctica, impulsada por la observación y la retroalimentación, permitió que los docentes reconocieran la importancia de su mediación no como transmisores de respuestas, sino como guías de procesos reflexivos. Este cambio de paradigma constituye uno de los aportes más valiosos de la investigación, al situar al profesorado como protagonista de la innovación y no solo como ejecutor de metodologías ajenas.

El Design Thinking logró integrar las dimensiones cognitiva, procedimental y actitudinal del aprendizaje matemático. Las evidencias muestran que la comprensión conceptual se fortaleció en la medida en que los estudiantes asumieron un rol activo en la construcción del conocimiento, y que la creatividad y la colaboración se convirtieron en los motores de la comprensión formal. El tránsito desde el cálculo mecánico hacia el pensamiento reflexivo marcó una diferencia sustancial respecto a los métodos tradicionales, demostrando que la matemática puede enseñarse desde una lógica de exploración y diseño sin perder su rigurosidad científica.

Las implicaciones pedagógicas del estudio son amplias y proyectan nuevas líneas de acción para el sistema educativo ecuatoriano. La integración del Design Thinking en el

currículo puede contribuir a superar la fragmentación disciplinaria y a promover un aprendizaje interdisciplinario que conecte las matemáticas con las artes, las ciencias y la tecnología. Esta metodología fomenta habilidades que el siglo XXI demanda con urgencia: resolución de problemas complejos, pensamiento crítico, comunicación efectiva y empatía. Su incorporación en los programas de formación docente permitiría que las futuras generaciones de educadores desarrollen una visión más flexible, creativa y humanista de la enseñanza.

Los resultados obtenidos reafirman la necesidad de una política educativa que promueva la innovación didáctica de manera estructural. Las escuelas y colegios deben convertirse en espacios donde la experimentación pedagógica sea valorada como un medio para alcanzar la calidad educativa. La implementación de metodologías activas como el Design Thinking exige apoyo institucional, acompañamiento técnico y programas de formación continua. La sostenibilidad de los procesos de innovación depende de que las instituciones comprendan que la creatividad no es un lujo pedagógico, sino una condición esencial para el desarrollo humano y social.

El estudio permitió, además, visibilizar la importancia de comprender la matemática como un lenguaje de creación y no solo de cálculo. En ese sentido, la enseñanza geométrica y trigonométrica adquiere un valor estético y filosófico cuando se orienta hacia la exploración y el descubrimiento. Los estudiantes que aprenden a mirar el espacio como un campo de relaciones y no como un conjunto de figuras estáticas desarrollan una visión más profunda de la realidad. Este tipo de aprendizaje no se mide únicamente en exámenes, sino en la capacidad de aplicar el pensamiento matemático para imaginar, construir y mejorar el mundo que habitan.

La experiencia desarrollada a través del Design Thinking evidencia que la comprensión y la creatividad no son opuestas, sino complementarias. La precisión del pensamiento lógico y la libertad del pensamiento creativo pueden coexistir y potenciarse mutuamente cuando la educación se orienta hacia la experiencia y la reflexión. La metodología probó que la matemática puede enseñarse con sensibilidad y que el diseño puede practicarse con rigor. Ambos lenguajes, unidos, generan una pedagogía de la invención, capaz de reconciliar la ciencia con la imaginación.

Los resultados de la investigación confirman que el Design Thinking es una vía pedagógica poderosa para fortalecer la comprensión matemática, cultivar la creatividad y renovar el sentido del aprendizaje en el bachillerato ecuatoriano. Su implementación sistemática permitiría formar estudiantes más críticos, curiosos y empáticos, capaces de vincular el conocimiento con la vida. El futuro de la enseñanza de la matemática podría transitar, gracias a este enfoque, desde la transmisión hacia la creación, desde la repetición hacia el pensamiento,

y desde el miedo hacia la confianza. El desafío que queda abierto es mantener viva esta transformación, consolidarla en las políticas públicas y seguir construyendo una educación donde comprender y crear sean, al fin, una misma experiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araya, C., Monge, M., & Morales, M. (2007). Niveles de comprensión en el aprendizaje de la trigonometría en secundaria. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 7(3), 1–24. Universidad de Costa Rica.

Barnett, R. (2018). *Geometría y trigonometría* (3.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Bauer, W., & Kent, S. (2019). Teaching mathematics through design-based projects: Bridging creativity and rigor. *Journal of Mathematics Education Research*, 14(2), 67–82.

Bermúdez, A. (2020). El aula como laboratorio de diseño: Innovación educativa y pensamiento creativo en la escuela secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), 45–60.

Bertoni, M. (2021). Aprendizaje activo y pensamiento de diseño en contextos de educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 12(33), 115–132.

Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84–92.

Cano, M. (2022). Creatividad, emoción y aprendizaje: fundamentos para una educación transformadora. *Revista Innovar Educación*, 18(2), 77–91.

Chávez, D. B. (2025). Design Thinking como metodología para la enseñanza de Historia. Universidad Nacional de Educación (UNE).

Chávez, D. B., & Pérez, M. L. (2024). La innovación pedagógica a través del pensamiento de diseño: implicaciones en la enseñanza creativa. *Revista Educación y Praxis*, 29(1), 45–62.

Cobo, C., & Moravec, J. (2019). Aprendizaje invisible: Hacia una nueva ecología de la educación. Fundación Telefónica.

Comboni, J., & Juárez, C. (2020). Interculturalidad y pedagogía crítica en América Latina. Editorial Siglo XXI.

Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Macmillan.

Dialnet. (2020). La superficialidad en la enseñanza de la trigonometría en educación secundaria ecuatoriana. *Revista Científica Latinoamericana de Educación*, 15(3), 145–158.

Dialnet. (2022). El modelo Design Thinking como estrategia pedagógica en la enseñanza de las matemáticas. *Revista Educación Matemática Contemporánea*, 12(1), 57–74.

Dialnet. (2023). El Design Thinking como estrategia educativa para fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en estudiantes de bachillerato. *Revista Innovar Educación*,

18(2), 102–118.

Geometría y Trigonometría (2022). Manual de aplicación del pensamiento de diseño en entornos geométricos. Universidad Técnica del Norte.

Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontosemiótico de la cognición e instrucción matemática. Universidad de Granada.

Goffree, F. (2000). Learning and teaching geometry: Approaches and perspectives. *Educational Studies in Mathematics*, 41(1), 1–22.

Gómez, R., & Zúñiga, E. (2023). El pensamiento de diseño en la enseñanza de la matemática: una revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 15(1), 31–54.

González, P., & Lizarazo, J. (2022). Aprendizaje basado en proyectos y pensamiento de diseño: una alianza para la comprensión matemática. *Revista Andina de Educación Matemática*, 9(2), 99–117.

Hilton, A. (2000). The mathematical mind and human creativity. *Cambridge Educational Journal*, 15(2), 75–91.

IDEO. (2015). The Field Guide to Human-Centered Design. IDEO.org.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.

López, M. F. (2023). Aplicación del pensamiento de diseño en la formación docente universitaria: una experiencia en Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). Política nacional para la innovación y el desarrollo de capacidades STEM en el bachillerato ecuatoriano. Quito: MINEDUC.

Morales, M., & Monge, M. (2007). Estrategias para mejorar la comprensión de la trigonometría mediante el uso de modelos manipulativos. Universidad de Costa Rica.

Morin, E. (2001). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO.

Novak, J. D. (2010). *Learning, Creating, and Using Knowledge: Concept Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations* (2nd ed.). Routledge.

Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.

Pincay, J., & Salazar, M. (2024). El pensamiento de diseño como herramienta de innovación pedagógica en la enseñanza de las matemáticas. *Revista Pedagogía y Transformación*, 39(2), 66–87.

Perkins, D. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6–11.

Piaget, J. (1970). *La construcción de lo real en el niño*. Paidós.

- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.
- Rodríguez, M. (2020). Innovación educativa y aprendizaje creativo en la era digital. *Revista Educación y Futuro Digital*, 12(4), 15–28.
- Salinas, J., & Cedeño, F. (2023). Metodologías activas y transformación pedagógica en América Latina. *Revista Educación y Cambio Social*, 21(3), 134–152.
- Schön, D. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (2nd ed.). Sage Publications.
- UNESCO. (2022). *Transformar la educación: Informe sobre metodologías activas y pensamiento creativo en contextos de aprendizaje inclusivo*. París: UNESCO.
- Universidad Politécnica Salesiana (UPS-GT005424). (2021). *Validación de instrumentos de evaluación en estudios de innovación pedagógica*. Quito: UPS.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.