




ORIGINAL ARTICLE

Didactic strategy to favor the mathematical belief system of students at the Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Estrategia didáctica para favorecer el sistema de creencias matemáticas de estudiantes en la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Eberto Tuniesky Gutierrez De León^{1,2}  

Leobel Morell Pérez¹  

Fredy Yuniór Rivadeneira-Loor³  

¹ Universidad Estatal Amazónica, Ecuador.

² Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

³ Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

How to cite:

Gutierrez De León, E. T., Morell Pérez, L. M. & Rivadeneira-Loor, F. Y. (2025). Didactic strategy to favor the mathematical belief system of students at the Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. *Revista San Gregorio*, 1(64), 57-66. <http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v1i64.3783>

Received: 21-07-2025

Accepted: 10-10-2025

Published: 31-12-2025

ABSTRACT

The present study aimed to propose a didactic strategy designed to transform negative mathematical beliefs among students at the Universidad Estatal Amazónica, considering the sociocultural, educational, and emotional particularities of the Ecuadorian Amazon context. The research adopted a mixed-methods approach and followed a sequential structure in three phases: (1) diagnosis of the system of mathematical beliefs in 258 first-semester students through a validated questionnaire and exploratory factor analysis; (2) design of a didactic strategy based on the identified factors, organized into learning guides with motivational, cognitive, and metacognitive components; and (3) validation of the proposal using the Delphi method, with the participation of 17 experts selected according to the expert competence coefficient ($K \geq 0.80$). The analyses included reliability testing (Cronbach's α), content validity (Aiken's V), and thematic analysis of qualitative observations. The factor analysis revealed three key dimensions—teacher support and motivation, perceived usefulness and success, and confidence with a positive attitude toward mathematics—which explained 72.4% of the total variance. Based on these results, specific activities were designed, including peer tutoring, interdisciplinary projects, the use of educational technologies, progressively challenging exercises, and strategies to reduce math anxiety. The validation showed a highly positive consensus. The proposed strategy proved to be pertinent and feasible for rural and intercultural contexts, highlighting its methodological soundness and potential impact on strengthening mathematical thinking from a contextualized perspective.

Keywords: Academic self-efficacy; Active teaching methodologies; Intercultural education; Rural educational settings.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo proponer una estrategia didáctica orientada a transformar las creencias matemáticas negativas en estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, considerando las particularidades socioculturales, educativas y emocionales del contexto amazónico ecuatoriano. La investigación adoptó un enfoque mixto y una estructura secuencial en tres fases: (1) diagnóstico del sistema de creencias matemáticas en 258 estudiantes de primer semestre, mediante un cuestionario validado y análisis factorial exploratorio; (2) diseño de una estrategia didáctica basada en los factores identificados, organizada en fichas con componentes motivacionales, cognitivos y metacognitivos; y (3) validación de la propuesta mediante el método Delphi, con la participación de 17 expertos seleccionados según el coeficiente de competencia experta ($K \geq 0,80$). Los análisis incluyeron pruebas de confiabilidad (α de Cronbach), validez de contenido (V de Aiken) y análisis temático de las observaciones cualitativas. El análisis factorial reveló tres factores clave: apoyo y motivación docente, percepción de utilidad y éxito, y confianza con actitud positiva hacia las matemáticas, que explicaron el 72,4 % de la varianza total. A partir de estos resultados se diseñaron actividades específicas como tutorías entre pares, proyectos interdisciplinarios, uso de tecnologías educativas, ejercicios de dificultad progresiva y estrategias



para reducir la ansiedad matemática. La validación mostró un consenso altamente positivo. La propuesta resultó pertinente y viable para contextos rurales e interculturales, destacando su solidez metodológica y potencial impacto en el fortalecimiento del pensamiento matemático desde una perspectiva contextualizada.

Palabras clave: Autoeficacia académica; Metodologías activas de enseñanza; Educación intercultural; Entornos educativos rurales.

INTRODUCCIÓN

El sistema de creencias matemáticas desempeña un papel fundamental en el aprendizaje de las matemáticas, ya que influye directamente en la motivación, la autoeficacia y las actitudes de los estudiantes hacia esta disciplina (Yin et al., 2020; Luo & Chan, 2022). Estas creencias incluyen tanto las percepciones sobre la naturaleza del conocimiento matemático como las valoraciones individuales respecto a las propias capacidades para aprenderlo, así como las estrategias empleadas para su comprensión (Ince, 2023). En este sentido, se entiende por creencias matemáticas un conjunto de juicios personales que los estudiantes desarrollan en relación con la utilidad, dificultad, estructura y accesibilidad de las matemáticas, así como su autoconfianza para enfrentarlas (Schoenfeld et al., 2024; Angel-Cuervo et al., 2024).

Estudios recientes han demostrado que creencias positivas potencian actitudes proactivas hacia el aprendizaje y fortalecen el desempeño académico, mientras que creencias negativas —como considerar las matemáticas inaccesibles o excesivamente abstractas— constituyen barreras para el éxito académico (Ince, 2023). Frente a ello, las metodologías activas y participativas, tales como el aprendizaje colaborativo, los enfoques reflexivos y la autorregulación emocional, han mostrado eficacia en la transformación de creencias negativas, promoviendo una construcción activa y significativa del conocimiento matemático (Candela-Muñoz & Rodríguez-Gámez, 2023).

No obstante, la implementación de estas metodologías en contextos específicos como la Amazonía ecuatoriana presenta desafíos particulares. La diversidad cultural y lingüística, la limitada infraestructura educativa y el acceso desigual a recursos tecnológicos restringen la aplicabilidad de estrategias pedagógicas diseñadas para entornos urbanos homogéneos (Anyichie et al., 2023). A pesar del creciente interés por el estudio de las creencias matemáticas, la mayoría de investigaciones se han realizado en sistemas educativos estandarizados, urbanos o tecnológicamente consolidados, sin atender suficientemente las condiciones propias de territorios rurales e interculturales. Esto revela una importante brecha en la literatura, especialmente en lo que respecta a enfoques didácticos adaptados a la complejidad sociocultural de regiones como la Amazonía (Pérez-Jorge et al., 2023).

La región amazónica ecuatoriana representa un entorno educativo desafiante, caracterizado por altos niveles de vulnerabilidad social, una fuerte heterogeneidad étnica y escasez de recursos didácticos y tecnológicos adecuados (Cárdenas & Freire, 2022). En particular, los estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, en su mayoría provenientes de comunidades rurales o de primera generación universitaria, evidencian bajos niveles de autoconfianza y una limitada percepción de la utilidad de las matemáticas. Estas creencias limitantes se vinculan con trayectorias escolares centradas en la memorización mecánica, la enseñanza descontextualizada y la ausencia de referentes aplicados a su realidad (Tobar et al., 2021; Guacho & Ramírez, 2023). A ello se suman factores institucionales que afectan el compromiso docente y la motivación estudiantil, elementos claves en la configuración de estas creencias (Ortiz & Moya, 2020).

En respuesta a esta situación, se plantea la necesidad de proponer una estrategia didáctica orientada a transformar las creencias matemáticas negativas en estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, considerando las particularidades socioculturales, educativas y emocionales del contexto amazónico ecuatoriano. Esta propuesta se fundamenta teóricamente en la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), que enfatiza el rol del entorno social y la mediación cultural en los procesos de aprendizaje, y en la teoría de la autoeficacia de Bandura (1997), que destaca la influencia de las creencias personales sobre el desempeño académico. La integración de ambos enfoques permite el diseño de actividades contextualizadas, con componentes de autorregulación emocional y dinámicas colaborativas orientadas a la construcción de sentido en el aprendizaje de las matemáticas.

Finalmente, esta investigación constituye una contribución relevante al campo de la educación matemática en contextos rurales y culturalmente diversos. Además de proponer una estrategia didáctica validada y contextualizada, abre líneas de investigación orientadas al diseño instruccional sensible al entorno y al análisis longitudinal del impacto de las creencias matemáticas en el desempeño académico. Sus resultados pueden ser utilizados para el rediseño curricular, la formación docente y el desarrollo de políticas educativas más inclusivas y culturalmente pertinentes.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló a través de un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos. Esta estructura permitió articular los resultados empíricos con valoraciones expertas, fortaleciendo la validez interna, contextual y pedagógica de la propuesta (Yin et al., 2020; Luo & Chan, 2022).

El estudio adoptó una estructura metodológica secuencial en tres fases: diagnóstico de creencias matemáticas, diseño de una estrategia didáctica, y validación mediante juicio de expertos. Lo cual responde a metodologías contemporáneas que promueven procesos iterativos, participativos y contextualizados en el desarrollo pedagógico (Tinoca et al., 2022). La fase diagnóstica permite identificar los factores determinantes de las creencias estudiantiles —como la motivación, la confianza matemática y la percepción de utilidad— para fundamentar la estrategia didáctica, la cual se valida mediante el método Delphi, asegurando su coherencia técnica y su viabilidad en contextos multiculturales como el de la UEA (Oxley et al., 2025).

Fase 1: Análisis del sistema de creencias matemáticas

En la fase diagnóstica se retomaron los resultados de un estudio previo publicado por los propios autores (Morell Pérez et al., 2024), el cual caracterizó las creencias matemáticas de 258 estudiantes de primer semestre de las carreras de Ingeniería Agroindustrial, Agropecuaria, Ambiental y Forestal de la Universidad Estatal Amazónica. El cuestionario aplicado incluyó 18 ítems en escala tipo Likert de cinco puntos, distribuidos teóricamente en cinco dimensiones: apoyo y motivación docente, percepción de utilidad y éxito, confianza y actitud positiva hacia las matemáticas, enfoque de resolución de problemas y creencias epistemológicas.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis factorial exploratorio (AFE), utilizando el método de extracción de componentes principales (ACP). Se identificaron cinco factores con valores propios mayores a uno, de los cuales tres concentraron el mayor peso explicativo de la varianza total acumulada:

Factor I: Apoyo y motivación docente

Factor II: Percepción de utilidad y éxito

Factor III: Confianza y actitud positiva hacia las matemáticas

Estos factores, con cargas factoriales superiores a 0.60 y una varianza explicada acumulada del 72,4%, se adoptaron como base conceptual para el diseño de la estrategia didáctica.

Fase 2: Diseño de la estrategia didáctica

Con base en los factores identificados, se procedió al diseño de una estrategia didáctica estructurada en torno a tres componentes operativos: motivacional, cognitivo y metacognitivo. Cada componente incluyó actividades diseñadas de forma contextualizada, atendiendo a las necesidades del estudiantado, las condiciones del entorno amazónico y la viabilidad operativa en entornos reales de aprendizaje.

Las actividades fueron organizadas en fichas didácticas, cada una de las cuales detalló el objetivo específico, contenido matemático vinculado, metodología activa sugerida (como aprendizaje cooperativo, tutoría entre pares y resolución de problemas), recursos necesarios y criterios de evaluación. La propuesta integró principios del constructivismo, la pedagogía sociocultural y enfoques centrados en el estudiante (Zhang et al., 2024; Rapanta et al., 2021). Asimismo, se consideraron estudios recientes sobre el impacto de las metodologías activas en las creencias y actitudes hacia las matemáticas (Goos, 2020).

La estrategia fue compilada en un documento técnico que incluyó fundamentos teóricos, objetivos generales y específicos, secuencia metodológica, recursos pedagógicos y condiciones de implementación. Dicho documento constituyó el insumo principal para la fase de validación.

Fase 3: Validación mediante el método de expertos

La estrategia fue validada mediante el método Delphi, conformando un panel de 17 expertos con trayectoria en educación matemática, pedagogía intercultural y diseño didáctico. La selección de los expertos se basó en el cálculo del coeficiente de competencia experta (K-C), considerando variables como formación académica, experiencia profesional y participación en investigaciones relevantes.

Se diseñó un cuestionario de validación estructurado, compuesto por 18 ítems distribuidos en cinco dimensiones: pertinencia pedagógica, claridad y estructura, viabilidad operativa, efectividad esperada y contextualización amazónica (Edilo et al., 2022). Cada ítem fue evaluado en una escala de Likert de cinco niveles, desde “muy en desacuerdo” hasta “muy de acuerdo”, incluyendo un apartado para observaciones cualitativas.

La validación se realizó en dos rondas de consulta. En la primera ronda, los expertos emitieron valoraciones cuantitativas y comentarios abiertos. A partir de sus sugerencias, se realizaron ajustes en la estrategia. La segunda ronda permitió alcanzar un mayor grado de consenso, consolidando las mejoras introducidas. Se estableció como criterio de consenso un nivel de acuerdo del 70% o más en las categorías “de acuerdo” y “muy de acuerdo” en cada ítem evaluado.

Técnicas de análisis

Los datos obtenidos de las encuestas y los cuestionarios de validación fueron procesados con el software SPSS y Microsoft Excel 365. El tratamiento estadístico incluyó:

- Cálculo de medias aritméticas, desviaciones estándar y frecuencias absolutas y relativas por ítem y por dimensión.
- Estimación del coeficiente de confiabilidad α de Cronbach para verificar la consistencia interna del instrumento de creencias matemáticas aplicado a estudiantes.
- Cálculo del coeficiente V de Aiken para determinar la validez de contenido del cuestionario de validación aplicado a expertos, utilizando como criterio de aceptación un valor mínimo de 0.80 (Edilo et al., 2022).

En el análisis cualitativo, las observaciones abiertas de los expertos fueron codificadas mediante análisis de contenido temático (Luo & Chan, 2022), identificando patrones y agrupándolos en tres categorías: claridad del contenido, viabilidad contextual y pertinencia pedagógica. Este proceso permitió triangular los datos y fortalecer la calidad de la propuesta.

Consideraciones Éticas

Se garantizó el consentimiento informado de todos los participantes, así como la confidencialidad y el anonimato de los datos. El estudio se desarrolló conforme a los principios éticos internacionales aplicables a investigaciones en educación y contextos multiculturales (Anyichie et al., 2023).

RESULTADOS

Resultados de la Fase 1: Análisis del sistema de creencias matemáticas

En esta fase se aplicó un análisis factorial exploratorio a los datos recolectados sobre las creencias matemáticas de los estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica. Como se muestra en la Tabla 1, la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) arrojó un valor de 0,819, indicando una adecuación meritoria de la muestra para el análisis factorial. La prueba de esfericidad de Bartlett mostró un valor de $\chi^2 = 7652,768$ con un nivel de significancia $p < 0,001$, lo que permitió rechazar la hipótesis nula de independencia entre las variables, justificando la aplicación del análisis factorial.

Tabla 1. Prueba de KMO y Bartlett.

Prueba	Valor
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0,819
Prueba de esfericidad de Bartlett	
- Aproximación Chi-cuadrado	7652,768
- Grados de libertad (gl)	946
- Significancia (Sig.)	0,000

Se identificaron cinco factores principales en la estructura subyacente de las creencias matemáticas:

1. Apoyo y motivación docente
2. Percepción de utilidad y éxito en matemáticas
3. Confianza y actitud positiva hacia las matemáticas
4. Enfoque docente y visión dinámica del conocimiento
5. Resolución de problemas

En la Tabla 2, el análisis de correlaciones entre factores evidenció relaciones significativas entre los factores I, II y III ($r > 0,50$; $p < 0,001$), mientras que los factores IV y V mostraron correlaciones débiles o no significativas con los anteriores.

Tabla 2. Matriz de correlaciones entre factores del sistema de creencias matemáticas.

Factores	Factor I	Factor II	Factor III	Factor IV	Factor V
Factor I: Apoyo y Motivación Docente	1	0,526**	0,584**	0,003	0,328**
Sign. (bilateral)	—	0,000	0,000	0,966	0,000
N	258	258	258	258	258
Factor II: Percepción de Utilidad y Éxito en las Matemáticas	0,526**	1	0,520**	0,005	0,476**
Sign. (bilateral)	0,000	—	0,000	0,935	0,000
N	258	258	258	258	258
Factor III: Confianza y Actitud Positiva hacia las Matemáticas	0,584**	0,520**	1	-0,069	0,323**
Sign. (bilateral)	0,000	0,000	—	0,271	0,000
N	258	258	258	258	258
Factor IV: Enfoque de Resolución de Problemas	0,003	0,005	-0,069	1	0,005
Sign. (bilateral)	0,966	0,935	0,271	—	0,937
N	258	258	258	258	258
Factor V: Enfoque del Docente y la Naturaleza Evolutiva de las Matemáticas	0,328**	0,476**	0,323**	0,005	1
Sign. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,937	—
N	258	258	258	258	258

Resultados de la Fase 2: Diseño de la estrategia didáctica

La estrategia didáctica fue diseñada en función de los tres factores predominantes. El primer componente se estructuró según un enfoque constructivista, contextual y sociocultural, integrando metodologías activas como el aprendizaje cooperativo, la tutoría entre pares y la resolución de problemas contextualizados (Goos, 2020; Marín-González et al., 2021; Wang et al., 2024).

El segundo componente, centrado en la percepción de utilidad y éxito en matemáticas, promueve la aplicación de conocimientos en contextos reales mediante proyectos interdisciplinarios vinculados a la ingeniería, uso de tecnología educativa como GeoGebra o MATLAB, y experiencias de aprendizaje situadas en la realidad profesional (Rapanta et al., 2021; Nguyen et al., 2022).

Por último, el componente destinado al fortalecimiento de la confianza y la actitud positiva hacia las matemáticas contempla el diseño de actividades de dificultad gradual, estrategias para la reducción de la ansiedad matemática y dinámicas colaborativas para el desarrollo del sentido de competencia (Bandura, 1997; Vygotsky, 1978). La Tabla 5 presenta las actividades propuestas y su sustento teórico.

Finalmente, en la Tabla 3 se sintetizó la estrategia en un documento técnico con objetivos, recursos, actividades, indicadores y fases de implementación, alineado con los resultados del diagnóstico.

Tabla 3. Descripción general de la estrategia didáctica por factor del sistema de creencias matemáticas.

Factor	Objetivo	Actividades clave
Factor I: Apoyo y motivación docente	Fortalecer el acompañamiento docente y la motivación estudiantil mediante tutorías, retroalimentación positiva y metodologías activas.	<ul style="list-style-type: none"> - Mentoría entre pares - Tutorías docentes - Evaluación formativa - Aprendizaje cooperativo - Juegos y simulaciones - Proyectos interdisciplinarios
Factor II: Percepción de utilidad y éxito	Aumentar la percepción de relevancia de las matemáticas al vincularlas con la ingeniería, el uso de tecnología educativa y testimonios profesionales.	<ul style="list-style-type: none"> - Módulo de aplicaciones matemáticas - Uso de software (GeoGebra, MATLAB) - Conferencias de expertos - Actividades de dificultad progresiva
Factor III: Confianza y actitud positiva	Desarrollar la confianza del estudiante, reducir la ansiedad matemática y fomentar una actitud positiva a través de experiencias exitosas y trabajo colaborativo.	<ul style="list-style-type: none"> - Resolución guiada de problemas - Ejercicios de manejo del estrés - Grupos de estudio reflexivos

Resultados de la Fase 3: Validación mediante el método de expertos

La validación se llevó a cabo mediante el método Delphi. Se seleccionaron 17 expertos bajo el criterio del coeficiente de competencia experta (K), con un valor promedio de $K = 0.89$. Todos superaron el umbral mínimo de $K \geq 0.8$, siguiendo el método propuesto por Escobar-Pérez & Martínez (2008), y validado en estudios recientes (Silva-Quiroz et al., 2025).

La Figura 1 presenta las valoraciones distribuidas por cada ítem (P1-P18) evaluado durante la segunda ronda del juicio de expertos. Los datos manifiestan un alto grado de consenso favorable: en 15 de los 18 ítems, al menos el 70% de los expertos seleccionaron las categorías “Muy adecuada” o “Bastante adecuada”, umbral definido como criterio de consenso en esta investigación. Destacan los ítems P8, P9, P10 y P16, que alcanzaron los valores más altos de aceptación, con más de 10 expertos manifestándose “Muy adecuada”.

Los resultados también muestran una baja presencia de disenso. Solo en los ítems P1 y P12 se registraron más de un voto “Poco adecuada”, mientras que ningún experto seleccionó la categoría “No adecuada” en ninguno de los ítems evaluados. Estos hallazgos respaldan la robustez metodológica de la estrategia, así como su aplicabilidad en contextos multiculturales y rurales, como el de la Universidad Estatal Amazónica.

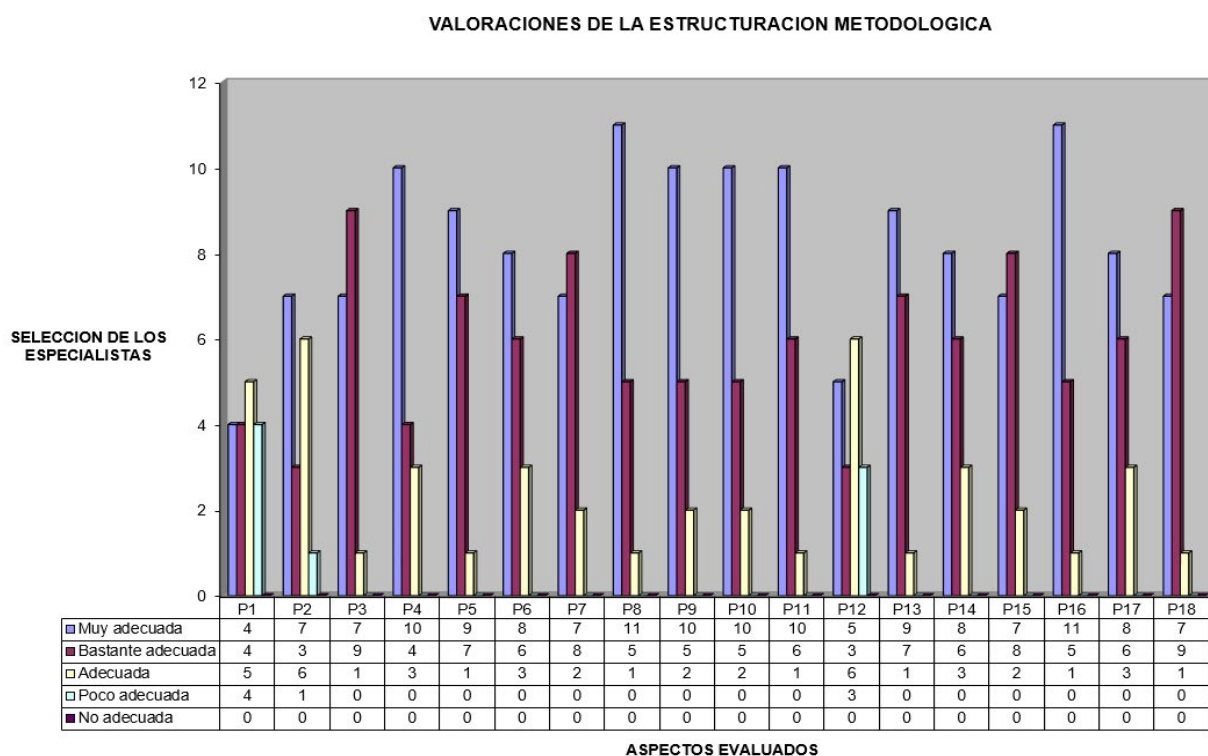


Figura 1. Valoración de los especialistas sobre la estructuración metodológica de la estrategia didáctica.

La encuesta contempló ítems como: “La estrategia es viable para ser aplicada en el contexto educativo de la UEA”, “La propuesta puede ser replicada por docentes en otras asignaturas” o “La estrategia puede incidir positivamente en el desempeño académico”, los cuales apuntan directamente a los criterios clave de transferencia y sostenibilidad. El hecho de que ningún ítem haya recibido puntuaciones por debajo del nivel medio (≤ 3) evidencia no solo la aceptación del modelo propuesto, sino también la ausencia de desacuerdo relevante dentro del panel. Esta aceptación altamente positiva se consolida en los resultados generales: de los 18 ítems evaluados, 16 fueron valorados como “Muy adecuados” (88.9%) y 2 como “Bastante adecuados” (11.1%), sin registrarse puntuaciones en las categorías inferiores.

Aportes cualitativos

Entre los aspectos destacados por los expertos se encuentran:

- Mayor conexión con situaciones reales de la ingeniería.
- Inclusión de estrategias para reducir ansiedad matemática.
- Integración de tecnologías interactivas en las actividades.
-

Estas observaciones fueron incorporadas en la versión final de la estrategia, fortaleciendo su coherencia y aplicabilidad.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a lo largo de las tres fases metodológicas —diagnóstico, diseño y validación— confirman la relevancia de intervenir sobre las creencias matemáticas del estudiantado mediante estrategias didácticas contextualizadas. En entornos multiculturales como la Amazonía ecuatoriana, estas creencias no solo están condicionadas por factores cognitivos o emocionales, sino también por las particularidades socioculturales del entorno educativo. El análisis factorial exploratorio permitió identificar tres dimensiones fundamentales: *apoyo y motivación docente*, *percepción de utilidad y éxito* y *confianza con actitud positiva hacia las matemáticas*. Estas dimensiones, además de presentar cargas factoriales elevadas, muestran correlaciones significativas entre sí, lo que evidencia una estructura interdependiente de creencias. Es decir, el contexto pedagógico, las experiencias de éxito y la percepción de relevancia matemática están profundamente entrelazadas en la configuración de actitudes estudiantiles.

Estos resultados coinciden con investigaciones recientes que destacan el papel central de los factores afectivos en el aprendizaje de las matemáticas, así como la necesidad de generar experiencias que resignifiquen el vínculo del estudiante con esta disciplina (Yin et al., 2020; Pedersen & Haavold, 2023; Schoenfeld, 2019). El impacto positivo del acompañamiento docente sobre la autoconfianza y la utilidad percibida también ha sido documentado en contextos caracterizados por alta vulnerabilidad educativa, como ocurre en diversas zonas rurales o con acceso educativo desigual (Li et al., 2021; Luo & Chan, 2022).

Desde una perspectiva teórica y metodológica, la estrategia diseñada se alinea con los principios del constructivismo sociocultural (Vygotsky, 1978), combinando metodologías activas, componentes motivacionales y el uso contextualizado de tecnologías educativas. A diferencia de propuestas genéricas, esta estrategia parte de un diagnóstico empírico riguroso y se adapta a la realidad territorial y cultural del estudiantado amazónico. Si bien existen estudios que han desarrollado iniciativas similares (Goos, 2020; Rapanta et al., 2021), pocos incorporan procesos sistemáticos de validación experta ni traducen las dimensiones de las creencias matemáticas en actividades didácticas concretas.

En este sentido, el presente estudio no solo propone una intervención técnica, sino un modelo pedagógico integral, que articula diagnóstico cuantitativo, diseño instruccional basado en evidencia y validación contextual. La integración de herramientas como GeoGebra y MATLAB, junto con estrategias como tutorías entre pares, juegos, simulaciones y proyectos interdisciplinarios, permite abordar las creencias matemáticas desde múltiples dimensiones: cognitiva, emocional y cultural. Esta aproximación potencia el desarrollo de experiencias de éxito progresivo y resignifica el valor de las matemáticas en función del entorno profesional e identitario del estudiante.

El proceso de validación mediante el método Delphi arrojó resultados altamente positivos: el 88,89 % de los ítems fueron calificados como “muy adecuados” por el panel de expertos, todos ellos con un coeficiente de competencia (K) superior a 0.80. Este consenso refuerza la solidez conceptual, metodológica y contextual de la estrategia diseñada. Los expertos valoraron especialmente la claridad de la propuesta, su viabilidad en contextos rurales y su pertinencia pedagógica, en línea con lo señalado por Hoadley & Campos (2022) sobre la importancia de validar propuestas educativas considerando sus condiciones de aplicación.

A diferencia de investigaciones centradas exclusivamente en el componente cognitivo del aprendizaje, este estudio incorpora de forma transversal el contexto sociocultural como factor clave en la configuración de creencias. Si bien estudios como los de Alemany-Arrebola et al. (2025) y Edilo et al. (2022) abordan la temática desde una perspectiva emocional o motivacional, pocos combinan análisis factorial, diseño instruccional y validación estructurada. La presente investigación propone, por tanto, una secuencia metodológica coherente entre diagnóstico, intervención y evaluación, lo que la convierte en una contribución relevante para el desarrollo de estrategias pedagógicas eficaces en contextos rurales e interculturales.

A pesar de los resultados favorables, es necesario reconocer ciertas limitaciones que plantean desafíos para futuras investigaciones. En primer lugar, la estrategia validada aún no ha sido implementada en contextos reales de aula, lo que impide evaluar su impacto directo sobre el estudiantado. Asimismo, aunque se proponen herramientas tecnológicas como GeoGebra y MATLAB, no se consideró de forma específica la disponibilidad real de estos recursos en entornos con limitaciones de conectividad o alfabetización digital, lo que podría afectar la viabilidad operativa. Otra limitación identificada es la falta de diferenciación según estilos de aprendizaje; si bien la propuesta es flexible, no contempla explícitamente estrategias adaptadas a distintos perfiles cognitivos. Finalmente, la investigación no incluyó indicadores longitudinales para medir la evolución sostenida de las creencias matemáticas a lo largo del tiempo, lo cual resulta crucial para validar el cambio en el mediano y largo plazo.

A partir de estos resultados, se pueden derivar recomendaciones orientadas a mejorar tanto la implementación práctica como la investigación futura. Se sugiere aplicar la estrategia en aulas reales de primer semestre, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar su impacto en la transformación de creencias. Además, es necesario ajustar las actividades propuestas a la disponibilidad tecnológica local, incorporando variantes sincrónicas y asincrónicas que reduzcan la dependencia digital. Igualmente, se propone el desarrollo de instrumentos de seguimiento que permitan medir el impacto sostenido de la estrategia. Por último, dada su validación estructural, esta propuesta puede ser replicada en otros contextos rurales e interculturales, con

ajustes mínimos, convirtiéndose en una herramienta útil para el fortalecimiento del pensamiento matemático desde una perspectiva culturalmente pertinente.

Desde el punto de vista teórico y práctico, esta investigación aporta al campo de la didáctica de la matemática en cuatro niveles. Primero, presenta una estrategia innovadora construida a partir de evidencia empírica local, lo que asegura su pertinencia y adaptabilidad. Segundo, establece una relación directa entre las creencias matemáticas del estudiante y las prácticas docentes concretas, ofreciendo una guía operativa para transformar actitudes limitantes a través de estrategias activas, colaborativas y emocionalmente significativas. Tercero, incorpora una validación técnica rigurosa con participación de expertos temáticos, lo cual refuerza la credibilidad de la propuesta como modelo replicable. Finalmente, contribuye al debate sobre educación en contextos interculturales, mostrando cómo es posible diseñar estrategias pedagógicas pertinentes para realidades diversas, sin caer en soluciones homogéneas o descontextualizadas.

Este estudio refuerza, por tanto, la necesidad de implementar metodologías activas, como el ABP, para fortalecer competencias clave en los estudiantes del siglo XXI. Se evidencia que la intervención bien diseñada puede generar un impacto significativo en dimensiones fundamentales para el aprendizaje autónomo y crítico.

Este estudio también presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. Se realizó con una muestra relativamente pequeña ($n = 86$) de estudiantes de un solo establecimiento educativo en la comuna de Chillán, lo que restringe la posibilidad de generalizar los resultados a otros contextos educativos, niveles o regiones. Algunas variables, como la “metacognición” y la “motivación al pensamiento crítico”, fueron medidas a través de instrumentos de autoevaluación, lo cual puede introducir sesgos de percepción subjetiva que no siempre es coincidente con el desempeño real. Por otra parte, el estudio se centró exclusivamente en el análisis cuantitativo de los resultados. Una triangulación con observaciones de aula, entrevistas o análisis de producciones estudiantiles podría haber enriquecido la comprensión del proceso formativo y del impacto pedagógico del ABP.

CONCLUSIONES

La validación de la estrategia didáctica propuesta permite concluir que su diseño resulta pertinente, contextualizado y viable para fortalecer el sistema de creencias matemáticas en estudiantes universitarios pertenecientes a contextos interculturales y rurales, como es el caso de la región amazónica ecuatoriana. El proceso metodológico seguido —basado en tres fases sucesivas: diagnóstico, diseño y validación— evidenció la eficacia de integrar enfoques socioculturales con estrategias pedagógicas activas orientadas a factores psicoeducativos clave.

En particular, se destaca que la estrategia responde de manera eficaz a tres dimensiones centrales identificadas en el análisis factorial exploratorio: (1) el apoyo y motivación docente, (2) la percepción de utilidad y éxito en las matemáticas, y (3) la confianza y actitud positiva hacia la asignatura. Estas dimensiones demostraron ser estructuralmente significativas y, por tanto, representaron ejes relevantes para intervenir de manera pedagógica sobre el sistema de creencias.

El principal aporte de esta investigación se evidencia en cuatro líneas fundamentales:

- La construcción de una propuesta didáctica validada empíricamente, con una estructura metodológica replicable y adaptada a entornos de alta diversidad cultural.
- La integración efectiva de factores afectivos y motivacionales en la enseñanza de las matemáticas, mediante estrategias contextualizadas y centradas en el estudiante.
- La demostración empírica de la viabilidad operativa y técnica de la propuesta, avalada por una validación con expertos.
- La posibilidad de replicabilidad y escalabilidad de la estrategia en contextos educativos similares, tanto rurales como urbanos con condiciones socioculturales complejas.

Se recomienda avanzar hacia una fase de implementación longitudinal, que permita observar cambios sostenidos en las creencias, actitudes y desempeño académico de los estudiantes, así como explorar indicadores de impacto diferenciados según género, nivel socioeconómico y modalidad de enseñanza. Asimismo, futuras investigaciones podrían abordar la adaptación de la estrategia en otras disciplinas STEM, así como evaluar su efectividad en instituciones con distintos niveles de digitalización educativa.

REFERENCIAS

- Alemaný-Arrebola, I., Ortiz-Gómez, M. del M., Lizarte-Simón, E. J., & Mingorance-Estrada, Á. C. (2025). The attitudes towards mathematics: analysis in a multicultural context. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 254. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04548-x>
- Angel-Cuervo, Z.-M., Briceño-Martínez, J.-J., & Bernal-Ballén, A. (2024). Validation of a questionnaire to evaluate mathematics teachers' beliefs about mathematics, teaching, and learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(5), em2435. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14447>

- Anyichie, A. C., Butler, D. L., Perry, N. E., & Nashon, S. M. (2023). Examining Classroom Contexts in Support of Culturally Diverse Learners' Engagement: An Integration of Self-Regulated Learning and Culturally Responsive Pedagogical Practices. *Frontline Learning Research*, 11(1), 1-39. <https://doi.org/10.14786/flr.v11i1.1115>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control* (Vol. 11). Freeman.
- Candela-Muñoz, J. L., & Rodríguez-Gámez, M. (2023). Active methodologies in mathematics learning. *International Journal of Physics and Mathematics*, 6(1), 45-52. <https://doi.org/10.21744/ijpm.v6n1.2226>
- Edilo, J., Evardo, O. J., & Callaman, R. A. (2022). Culturally responsive self-efficacy of mathematics teachers: Input for self-efficacy building enhancement. *International Journal of Innovative Research in Education*, 9(1):105-113. <https://philpapers.org/rec/EDICRS>
- Escobar-Pérez, J., & Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances En Medición*, 6, 27-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2981181>
- Goos, M. (2020). Mathematics Classroom Assessment. In *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 572-576). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_104
- Hoadley, C., & Campos, F. C. (2022). Design-based research: What it is and why it matters to studying online learning. *Educational Psychologist*, 57(3), 207-220. <https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2079128>
- Ince, M. (2023). Examining the Role of Motivation, Attitude, and Self-Efficacy Beliefs in Shaping Secondary School Students' Academic Achievement in Science Course. *Sustainability*, 15(15), 11612. <https://doi.org/10.3390/su151511612>
- Li, Q., Cho, H., Cosso, J., & Maeda, Y. (2021). Relations Between Students' Mathematics Anxiety and Motivation to Learn Mathematics: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1017-1049. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09589-z>
- Luo, J., & Chan, C. K. Y. (2022). Qualitative methods to assess intercultural competence in higher education research: A systematic review with practical implications. *Educational Research Review*, 37, 100476. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100476>
- Marín-González, F., Pérez-González, J., Senior-Naveda, A., & García-Guliany, J. (2021). Validación del diseño de una red de cooperación científico-tecnológica utilizando el coeficiente K para la selección de expertos. *Información Tecnológica*, 32(2), 79-88. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200079>
- Morell Pérez, L., Gutiérrez De León, E. T., & Hernández Ramos, H. (2024). Incidencia del sistema de creencias de los estudiantes de Ingeniería, en el aprendizaje de las matemáticas y rendimiento académico, universidad estatal Mazónica Ecuador, año 2023. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 14(1), 117-134. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v14i1.18161>
- Oxley, E., Nash, H. M., & Weighall, A. R. (2025). Consensus building using the Delphi method in educational research: a case study with educational professionals. *International Journal of Research & Method in Education*, 48(1), 29-43. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2024.2317851>
- Pedersen, I. F., & Haavold, P. Ø. (2023). Students' mathematical beliefs and motivation in the context of inquiry-based mathematics teaching. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(8), 1649-1663. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2189171>
- Pérez-Jorge, D., González-Herrera, A. I., González-Afonso, M. C., & Santos-Álvarez, A. G. (2023). Reality and Future of Interculturality in Today's Schools. *Education sciences*, 13(5), 525. <https://doi.org/10.3390/educsci13050525>
- Rapanta, C., Botturi, L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. (2021). Balancing Technology, Pedagogy and the New Normal: Post-pandemic Challenges for Higher Education. *Postdigital Science and Education*, 3(3), 715-742. <https://doi.org/10.1007/s42438-021-00249-1>
- Schoenfeld, A. H. (2019). Teaching for robust understanding: A framework for mathematics instruction. In A. H. (Ed.) Schoenfeld (Ed.), *Mathematical instruction and classroom practice* (pp. 45-68). Routledge. https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1723244/1801066882820330_Schoenfeld2023Teaching.pdf
- Schoenherr, J., Strohmaier, A. R., & Schukajlow, S. (2024). Learning with visualizations helps: A meta-analysis of visualization interventions in mathematics education. *Educational Research Review*, 45, 100639. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2024.100639>
- Silva-Quiroz, J., González-Campos, J., Garrido-Miranda, J., Lázaro-Cantabrana, J., & Canales-Reyes, R. (2025). Adapting and Validating DigCompEdu for Early Childhood Education Students Through Expert Competence Coefficient. *Social Sciences*, 14(6), 345. <https://doi.org/10.3390/socsci14060345>
- Tinoca, L., Piedade, J., Santos, S., Pedro, A., & Gomes, S. (2022). Design-Based Research in the Educational Field: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 12(6), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci12060410>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

- Wang, C., Xu, Q., & Fei, W. (2024). The effect of student-perceived teacher support on math anxiety: chain mediation of teacher-student relationship and math self-efficacy. *Frontiers in Psychology, 15*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1333012>
- Yin, H., Shi, L., Tam, W. W. Y., & Lu, G. (2020). Linking university mathematics classroom environments to student achievement: The mediation of mathematics beliefs. *Studies in Educational Evaluation, 66*, 100905. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100905>
- Zhang, J., Zhou, Y., Jing, B., Pi, Z., & Ma, H. (2024). Metacognition and Mathematical Modeling Skills: The Mediating Roles of Computational Thinking in High School Students. *Journal of Intelligence, 12*(6), 55. <https://doi.org/10.3390/jintelligence12060055>

Conflicts of Interest:

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Author Contributions:

Gutierrez De León et al.: Conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, supervision, validation, visualization, writing of the original draft, and writing, review, and editing.

Disclaimer/Publisher's Note:

The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the authors and individual contributors and not of Revista San Gregorio or the editors. Revista San Gregorio and/or the editors disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.