Ciencia y Educación
(L-ISSN: 2790-8402 E-ISSN: 2707-3378)
Vol. 7 No. 10.1
Edición Especial X 2026

ESTRATEGIA DIDÁCTICA BASADA EN PROYECTOS PARA FORTALECER EL PENSAMIENTO TRIGONOMÉTRICO EN PRIMERO DE BACHILLERATO
PROJECT-BASED DIDACTIC STRATEGY TO STRENGTHEN TRIGONOMETRIC THINKING IN FIRST-YEAR HIGH SCHOOL STUDENTS

Autores: [1]José Daniel Quizhpi Romero, [2]Kevin Alexander Navarrete López, [3]Roberto Barrera Jiméne y [4]Hendy Maier Pérez Barrrera.
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-8990-6441
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-9339-0332
[3]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5562-0053
[4]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1989-2136
[1]E-mail de contacto: jdquizhpir@ube.com.ec
[2]E-mail de contacto: kanavarretel@ube.com.ec
[3]E-mail de contacto: rbarreraj@ube.com.ec
[4]E-mail de contacto: hmperez@ube.com.ec
Afiliación: [1*2*3*]Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).
Artículo recibido: 16 de Septiembre del 2026.
Artículo revisado: 25 de Septiembre del 2026.
Artículo aprobado: 25 de Septiembre del 2026.
[1]Ingeniero de Minas de la Escuela Superior Politécnica del litoral de Guayaquil, (Ecuador). Maestrante de la Maestría de Educación con mención en Matemáticas de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).
[2]Licenciado en Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemática y Física, graduado de la Universidad Central del Ecuador, (Ecuador). Maestrante de la Maestría de Educación con mención en Matemática de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador). Actualmente Docente en la Unidad Educativa Municipal San Francisco de Quito.
[3]Licenciado en Educación con especialidad en Matemática-Computación, graduado de la Universidad de Pinar del Río, (Cuba). Doctor en Ciencias Pedagógicas, graduado de la Universidad de Pinar del Río, (Cuba). Profesional con 29 años de experiencia como docente de Matemática – Computación. Actualmente docente de la Maestría en Educación Matemática por la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).
[4]Ingeniero en Informática, graduado de la Universidad de Pinar del Río, (Cuba). Máster en Informática en Salud, graduado de la Universidad de Ciencias Médicas del Pinar del Río, (Cuba). Magíster en Educación con mención en Matemática, graduado/a de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).

Resumen

El estudio tuvo como objetivo diseñar una estrategia didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos, sustentada en un diagnóstico inicial y validada por especialistas, para fortalecer el pensamiento trigonométrico en estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado. La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con diseño no experimental y alcance descriptivo-propositivo. Participaron 34 estudiantes, 6 docentes de Matemática y 5 especialistas en educación matemática. Para la fase diagnóstica se aplicó una prueba de pensamiento trigonométrico, una escala actitudinal dirigida a estudiantes y un cuestionario de percepción docente, mientras que la estrategia diseñada fue valorada mediante una ficha de validación por juicio de especialistas. Los resultados del diagnóstico evidenciaron un rendimiento global inferior al criterio mínimo de dominio, con mayores dificultades en la aplicación contextualizada, los procedimientos trigonométricos y la representación matemática. Asimismo, la percepción docente confirmó la necesidad de fortalecer la enseñanza mediante problemas reales, recursos didácticos, trabajo colaborativo y actividades que favorezcan la modelación matemática. A partir de estos hallazgos se diseñó la estrategia ABP-TRIGO, estructurada en ocho fases orientadas al diagnóstico, lanzamiento del reto, indagación, construcción del clinómetro, medición indirecta, contraste de métodos, diseño de soluciones y defensa oral de resultados. La validación por especialistas fue favorable, con una media de 4.72 sobre 5, un Índice de Validez de Contenido de 1 y una V de Aiken de 0.93. Se concluye que la propuesta posee pertinencia, coherencia metodológica y validez de contenido, aunque requiere implementación futura para comprobar

su efectividad pedagógica en contextos reales de aula.

Palabra Clave: Aprendizaje basado en proyectos, Pensamiento trigonométrico, Trigonometría, Estrategia didáctica, Aprendizaje significativo.

Abstract

The study aimed to design a didactic strategy based on Project-Based Learning, supported by an initial diagnosis and validated by specialists, to strengthen trigonometric thinking in first-year General Unified High School students. The research was conducted using a quantitative, applied approach, with a non-experimental design and a descriptive-propositional scope. A total of 34 students, 6 mathematics teachers, and 5 specialists in mathematics education participated. During the diagnostic phase, a trigonometric thinking test, a student attitudinal scale, and a teacher perception questionnaire were applied, while the designed strategy was evaluated through a specialist judgment validation form. The diagnostic results revealed overall performance below the minimum mastery criterion, with greater difficulties in contextualized application, trigonometric procedures, and mathematical representation. Likewise, teachers' perceptions confirmed the need to strengthen instruction through real-world problems, didactic resources, collaborative work, and activities that promote mathematical modeling. Based on these findings, the ABP-TRIGO strategy was designed and structured into eight phases focused on diagnosis, project challenge launching, inquiry, clinometer construction, indirect measurement, method comparison, solution design, and oral defense of results. The specialist validation was favorable, with a mean score of 4.72 out of 5, a Content Validity Index of 1, and an Aiken's V of 0.93. It is concluded that the proposal demonstrates relevance, methodological coherence, and content validity, although future implementation is required to verify its pedagogical effectiveness in real classroom contexts.

Keywords: Project-based learning, Trigonometric thinking, Trigonometry, Didactic strategy, Meaningful learning.

Sumário

O estudo teve como objetivo desenhar uma estratégia didática baseada na Aprendizagem Baseada em Projetos, sustentada em um diagnóstico inicial e validada por especialistas, para fortalecer o pensamento trigonométrico em estudantes do primeiro ano do Bacharelado Geral Unificado. A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem quantitativa, de tipo aplicada, com desenho não experimental e alcance descritivo-propositivo. Participaram 34 estudantes, 6 docentes de Matemática e 5 especialistas em educação matemática. Na fase diagnóstica, foram aplicados uma prova de pensamento trigonométrico, uma escala atitudinal dirigida aos estudantes e um questionário de percepção docente, enquanto a estratégia desenhada foi avaliada por meio de uma ficha de validação por juízo de especialistas. Os resultados do diagnóstico evidenciaram um desempenho global inferior ao critério mínimo de domínio, com maiores dificuldades na aplicação contextualizada, nos procedimentos trigonométricos e na representação matemática. Do mesmo modo, a percepção docente confirmou a necessidade de fortalecer o ensino mediante problemas reais, recursos didáticos, trabalho colaborativo e atividades que favoreçam a modelagem matemática. A partir desses achados, foi desenhada a estratégia ABP-TRIGO, estruturada em oito fases orientadas ao diagnóstico, lançamento do desafio, indagação, construção do clinômetro, medição indireta, comparação de métodos, desenho de soluções e defesa oral dos resultados. A validação por especialistas foi favorável, com média de 4,72 em uma escala de 5 pontos, Índice de Validade de Conteúdo de 1 e V de Aiken de 0,93. Conclui-se que a proposta apresenta pertinência, coerência metodológica e validade de conteúdo, embora requeira implementação futura para comprovar sua efetividade pedagógica em contextos reais de sala de aula.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em projetos, Pensamento trigonométrico, Trigonometria, Estratégia didática, Aprendizagem significativa

Introducción

En la educación matemática contemporánea, uno de los desafíos principales consiste en lograr que los estudiantes no solo ejecuten procedimientos, sino que comprendan los significados de los conceptos, los representen de diferentes maneras y los apliquen en la resolución de problemas. Este criterio es especialmente crucial durante la educación secundaria, etapa en la que los conocimientos matemáticos deben contribuir a fomentar habilidades de pensamiento, modelización, argumentación y toma de decisiones. Desde esta perspectiva, la adquisición de competencias matemáticas no debe limitarse a la mera repetición de algoritmos, sino centrarse en el desarrollo de conocimientos aplicables en contextos prácticos.

En este ámbito, la trigonometría constituye un contenido relevante debido a su vinculación con la geometría, el álgebra, la medición indirecta y el análisis de fenómenos del entorno. Sin embargo, en muchas escuelas la enseñanza sigue haciendo hincapié en la memorización mecánica de fórmulas y en la aplicación rutinaria de razones trigonométricas, lo que limita la comprensión de los conceptos de seno, coseno y tangente. Como resultado, los estudiantes son capaces de resolver actividades similares a las practicadas en clase, pero enfrentan dificultades para razonar sobre los métodos, interpretar representaciones gráficas o aplicar principios trigonométricos en situaciones contextualizadas. Esta situación condiciona el desarrollo del razonamiento trigonométrico, definido como la capacidad de relacionar ángulos, lados, razones, representaciones y marcos matemáticos al abordar problemas del mundo real.

Este no es un problema aislado de una sola institución, sino parte de una tendencia regional documentada por evaluaciones internacionales. En la evaluación PISA de 2022, los estudiantes de América Latina y el Caribe obtuvieron un promedio de 373 puntos en matemáticas, frente a los 475 puntos de los países de la OCDE; esta diferencia equivale a unos cinco años de escolaridad y revela una brecha regional significativa en el desarrollo de competencias matemáticas (Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial, 2024). Ecuador no participó en dicha edición y no dispone de datos directamente comparables, pero los resultados nacionales disponibles muestran una tendencia similar de dificultades persistentes en el aprendizaje de las matemáticas. La gravedad de esta situación queda patente en las evaluaciones Ser Estudiante realizadas a nivel nacional por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2025): en el nivel de Bachillerato, los once estándares de matemáticas evaluados requieren una intervención urgente, dado que al menos el 50 % de los estudiantes se clasifica en las categorías de "Necesita refuerzo" o "Desempeño básico" en cada estándar (INEVAL, 2025).

En el contexto del Ecuador, esta situación cobra especial interés es tanto el currículo de matemáticas del Bachillerato General Unificado plantea el aprendizaje a partir de la resolución de problemas, la modelización matemática, la interpretación de relaciones entre cantidades y la toma de decisiones. Por lo tanto, la didáctica de la trigonometría también debe ir más allá de la mera práctica y de experiencias de evaluación, por ejemplo, ver a los estudiantes capaces de ejecutar una evaluación, una representación, una medicación, una estimación y un razonamiento a partir de situaciones preocupantes a lo que los alrededores. En este sentido, la estrategia de enseñanza por proyectos es muy relevante, ya que permite marcar como vínculo entre las razones trigonométricas con actividades de la vida cotidiana implicadas en la medición indirecta, la construcción de instrumentos, la

interpretación de datos y la comunicación de resultados (Ministerio de Educación, 2021). Esta situación también ha sido documentada a nivel de aula en el contexto del Ecuador por Guerrero-Brito et al. (2025).

En este sentido, un estudio realizado con estudiantes de primer año de bachillerato técnico evidencia que las dificultades que tienen que ver con el aprendizaje de las funciones trigonométricas están asociadas a los usos de la enseñanza tradicional, que priorizan más la transmisión de los contenidos que las prácticas centradas en la comprensión, en la participación y en el aprendizaje contextualizado. Así, los autores proponen como alternativa de mejora del rendimiento académico y la motivación del alumno las estrategias basadas en el juego. Estas evidencias dan a entender que no se trata solo de un problema estadístico (como muestran las cifras del INEVAL), sino de un problema pedagógico; es decir, un aspecto que lleva siendo señalado por otros investigadores en el mismo nivel educativo, si bien abordado hasta ahora desde enfoques distintos del modelo de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) validado por expertos que se propone en esta investigación.

Ante este panorama, el Aprendizaje Basado en Proyectos surge como una alternativa metodológica alineada con un aprendizaje de las matemáticas activo y contextualizado. Este enfoque estructura el aprendizaje en torno a una pregunta conductora, un problema auténtico, la indagación colaborativa, la creación de productos y la presentación de resultados. La evidencia emergente indica que el ABP puede mejorar los resultados de aprendizaje, la motivación, el compromiso activo y el desarrollo de habilidades de pensamiento cuando las tareas se vinculan a problemas significativos y productos prácticos (Rehman et al., 2024; Wijnia et al., 2024; Zhang & Ma, 2023).

Al aplicar este enfoque a la trigonometría, los estudiantes construyen significado matemático mediante la medición de alturas inaccesibles con clinómetros, la representación de triángulos rectángulos, la comparación de métodos y la justificación de sus procedimientos. No obstante, si bien existen estudios sobre la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en matemáticas y las dificultades asociadas al aprendizaje de la trigonometría, la revisión de la literatura no reveló propuestas centradas específicamente en el diseño y la validación por expertos de una estrategia basada en ABP para fortalecer el pensamiento trigonométrico en estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado (BGU) en el contexto ecuatoriano.

Este vacío justifica la necesidad de una propuesta pedagógica contextualizada fundamentada en marcos actuales y sujeta a evaluación de expertos, capaz de abordar los desafíos identificados en el aprendizaje de la trigonometría mediante un enfoque aplicado, colaborativo y reflexivo. Ante esta brecha identificada, la investigación se guía por la siguiente pregunta: ¿Cómo diseñar una estrategia pedagógica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) respaldada por un diagnóstico inicial y validada por expertos para fortalecer el pensamiento trigonométrico en estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado? De esta interrogante surge el objetivo general del estudio: diseñar una estrategia pedagógica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos, con el respaldo de un diagnóstico inicial y la validación de expertos, para fortalecer el pensamiento trigonométrico en estudiantes de primer año de Bachillerato General Unificado. Con este fin, el estudio busca establecer los

fundamentos teóricos y metodológicos de la estrategia a partir de la literatura actual sobre el ABP, la educación matemática y el pensamiento trigonométrico; evaluar el nivel inicial de pensamiento trigonométrico de los estudiantes; diseñar los componentes, fases, recursos y procedimientos de la estrategia ABP-TRIGO en función de las necesidades identificadas; y evaluar la pertinencia, coherencia, viabilidad, aplicabilidad e innovación pedagógica de la propuesta mediante la valoración de expertos.

La estrategia ABP-TRIGO se fundamenta en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), una metodología activa que estructura el aprendizaje en torno a una pregunta orientadora, un problema contextualizado, la indagación colaborativa, la creación de productos y la comunicación de resultados. En la educación matemática, este enfoque trasciende la enseñanza basada en la repetición mecánica de procedimientos al vincular los contenidos con situaciones de la vida real que implican análisis, representación, cálculo, justificación y toma de decisiones. Investigaciones recientes han constatado la contribución del ABP al rendimiento académico, la motivación, la participación y el desarrollo de habilidades de pensamiento cuando las tareas son significativas y están orientadas a resolver problemas auténticos (Loyens et al., 2023; Rehman et al., 2024; Wijnia et al., 2024; Zhang & Ma, 2023).

Desde esta mirada, ABP-TRIGO tendrá una relación con la enseñanza de una trigonometría activa de actividades de mediciones indirectas de la construcción de instrumentos, del uso de representaciones geométricas, de la modelización algebraica, de la comparación de procedimientos y de la defensa oral de resultados. La estructura está concebida para que los alumnos no memoricen solamente las razones trigonométricas, sino que entiendan el significado que é estas tienen, las relaciones que tienen con situaciones del mundo cotidiano y puedan defender los procedimientos que se han seguido.

Los últimos estudios acerca del ABP en matemáticas afirman los beneficios que puede aportar, entre otras cuestiones, la de fomentar la comprensión conceptual, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el uso de los materiales didácticos o de tecnología como mediador del aprendizaje (Rehman et al., 2024; Yestina et al., 22024). De esta manera, la estrategia establece sus fundamentos en principios de la educación matemática, en especial, en la Teoría de las Situaciones Didácticas de Brousseau (2007), para la cual la enseñanza del aprendizaje se da en fases de acción, formulación, validación e institucionalización, donde el propio alumno actúa, exponen ideas, valida. resultados, comparte con los demás, etc. De tal forma que los contenidos de la trigonometría afloran desde la puesta en práctica de problemas de la realidad y no sólo desde la enseñanza directa del profesor.

ABP - TRIGO, por ello, algunas tareas contextualizadas, representaciones múltiples, trabajo colaborativo y comunicación matemática; puntos que coinciden en términos con los enfoques actuales que también reconocen el potencial de los entornos de aula basados en problemas y proyectos para la promoción de habilidades del orden superior, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo (Loyens et al., 2023; Wijnia et al., 22024). La base teórico-filosófica y la conceptualización de las variables del estudio permiten la definición de los dos ejes de la investigación: el pensamiento trigonométrico y la estrategia didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). El P. trigonométrico se define como la capacidad del estudiante para comprender las relaciones entre

los ángulos, los lados y las razones trigonométricas; elija los procedimientos adecuados; representar las situaciones en diferentes modelos gráficos, geométricos, algebraicos o digitales; e interpretar los resultados de la resolución de problemas de contexto.

Operativamente se estructura en relación con los temas relacionados con la comprensión conceptual, los procedimientos trigonométricos, la aplicación de la situación de contexto y la representación matemática. ABP-TRIGO es una estrategia didáctica activa, contextualizada y válida, validada por peritos, que se basa en el ABP y que busca fortalecer el pensamiento trigonométrico mediante problemas de medición indirecta de la situación del mundo real. Se desarrolla en relación con las fases de diagnóstico, de definición del problema, de indagación, de construcción de medios, de medición, de comparación de métodos, de diseño de soluciones de problemas y de comunicación de resultados. La variable se opera atendiendo a la relevancia, la coherencia, la viabilidad, la aplicabilidad y la contribución pedagógica en relación con una forma de entender el ABP como un enfoque que integra el aprendizaje activo, la producción colaborativa y la resolución de problemas auténticos (Rehman et al., 2024; Zhang y Ma, 2023).

Materiales y Métodos

La presente investigación fue desarrollada bajo un enfoque cuantitativo, dado que permitió recoger, procesar y analizar información numérica obtenida a través de instrumentos estructurados aplicados a estudiantes, docentes y especialistas. Este enfoque investigativo permitió conocer el nivel de desarrollo del pensamiento trigonométrico, caracterizar las principales dificultades asociadas al aprendizaje del pensamiento trigonométrico é trico y valorar la relevancia de una propuesta didáctica orientada a su desarrollo. El estudio fue de tipo aplicado, ya que estuvo orientado a la elaboración de una estrategia didáctica para atender un problema educativo que se presenta en el contexto de la investigación.

También fue de tipo descriptivo - propositivo en el alcance. La fase descriptiva permitió el diagnóstico del estado del pensamiento trigonométrico en estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado, así como conocer la percepción docente respecto a las dificultades en la enseñanza y su aprendizaje. De los resultados obtenidos, se elabora una propuesta de intervención pedagógica en base al Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). La investigación fue de tipo no experimental, dado que no se manipularon variables ni se aplicaron tratamientos experimentales, sino que simplemente se observó y analizó la realidad educativa en un momento dado. Procediendo luego a aplicar una validación de la estrategia didáctica diseñada, la validación se realiza mediante juicio de especialistas.

La muestra estuvo conformada por 34 estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando su pertenencia al grupo objeto de estudio, su disponibilidad para participar y la autorización institucional correspondiente. También participaron seis docentes de Matemática de la institución y cinco especialistas en educación matemática, seleccionados a partir de criterios de formación académica de cuarto nivel, experiencia profesional en educación matemática, conocimiento en diseño y validación de estrategias didácticas, y coeficiente de competencia experta alto, con valores de K entre 0.80 y 1.00. La selección de los participantes respondió a un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando

criterios de accesibilidad, disponibilidad y pertinencia para el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Los instrumentos fueron elaborados a partir de las dimensiones del pensamiento trigonométrico asumidas en el estudio: comprensión conceptual, procedimientos trigonométricos, aplicación contextualizada y representación matemática. Antes de su aplicación, los instrumentos fueron sometidos a revisión por especialistas, quienes valoraron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems mediante una escala de cinco niveles, cuyas observaciones permitieron ajustar la redacción de las preguntas, fortalecer su correspondencia con las dimensiones del pensamiento trigonométrico y precisar la claridad de las instrucciones; posteriormente, la prueba diagnóstica se calificó de forma dicotómica, mientras que las escalas de percepción emplearon formato Likert para el registro de las respuestas

En los estudiantes se aplicó una prueba diagnóstica compuesta por dos componentes. El primero estuvo integrado por 12 ítems de respuesta objetiva orientados a evaluar dimensiones del pensamiento trigonométrico relacionadas con la comprensión conceptual, los procedimientos trigonométricos, la resolución de problemas contextualizados y la representación matemática. Las respuestas fueron codificadas de forma dicotómica (1 = correcta; 0 = incorrecta), lo que permitió obtener puntajes globales y porcentajes de logro por dimensión.

El segundo componente se basa en una escala actitudinal de 4 ítems, creada para saber acerca de; la percepción sobre la utilidad de la trigonometría, la autonomía para resolver problemas, la confianza ante situaciones nuevas y la valoración de la enseñanza que ha recibido. Los profesores respondieron la encuesta que constaba de 18 ítems que se distribuyeron entre 6 dimensiones del pensamiento trigonométrico y la enseñanza de la trigonometría: la comprensión conceptual, los procedimientos trigonométricos, la aplicación contextualizada, la representación matemática, la autonomía y la actitud frente al aprendizaje, y la valoración de la enseñanza y la mejora didáctica. Las respuestas se registraron a través de una escala de Likert compuesta por 5 categorías. As í mismo se incluye una pregunta abierta para recoger apreciaciones sobre las principales dificultades observadas en los estudiantes y las acciones pedagógicas necesarias para fortalecer el aprendizaje de la trigonometría.

La validación de la estrategia didáctica ABP-TRIGO se realizó mediante juicio de especialistas. Para la selección de los especialistas se calculó el coeficiente de competencia experta (K), obtenido a partir del coeficiente de conocimiento (Kc) y del coeficiente de argumentación (Ka), considerándose especialistas de competencia alta aquellos con valores entre 0.80 y 1.00. La evaluación se efectuó mediante una ficha de validación integrada por 21 indicadores agrupados en siete dimensiones: pertinencia, coherencia interna, fundamentación pedagógica y metodológica, aplicabilidad, factibilidad, evaluación del aprendizaje e innovación didáctica. Los indicadores fueron valorados mediante una escala ordinal de cinco niveles y complementados con observaciones cualitativas. Los resultados permitieron calcular el Índice de Validez de Contenido (IVC) y el coeficiente V de Aiken para determinar la validez de contenido de la propuesta.

La investigación se desarrolló mediante cuatro fases secuenciales y articuladas entre sí. En la primera fase se realizó el diagnóstico de las necesidades educativas mediante la aplicación de una prueba diagnóstica y una escala actitudinal a 34 estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado, con el propósito de

identificar el nivel de desarrollo del pensamiento trigonométrico en las dimensiones de comprensión conceptual, razonamiento y procedimientos, resolución contextualizada de problemas, y representación y modelación matemática. De manera paralela, se aplicó un cuestionario a docentes del área de Matemática para reconocer las principales dificultades percibidas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la trigonometría.

En una segunda fase, la información obtenida fue organizada y analizada mediante procedimientos estadísticos descriptivos, lo que permitió identificar fortalezas, limitaciones y necesidades formativas en los estudiantes. Los resultados mostraron mayores dificultades en las dimensiones relacionadas con la resolución contextualizada de problemas y la representación matemática, hallazgos que constituyeron la base para la formulación de la propuesta didáctica. Este análisis también permitió integrar la percepción docente como un elemento complementario para comprender las dificultades presentes en el aprendizaje de los contenidos trigonométricos.

A partir de los resultados del diagnóstico se desarrolló la tercera fase, correspondiente al diseño de la estrategia didáctica ABP-TRIGO. La propuesta se sustentó en los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos y se articuló con la Teoría de Situaciones Didácticas, el Enfoque Ontosemiótico y la cognición situada. La estrategia fue estructurada en ocho fases progresivas que integraron situaciones reales de medición indirecta, construcción de instrumentos, modelación matemática, análisis de datos y comunicación de resultados. De este modo, se buscó fortalecer de manera integrada las diferentes dimensiones del pensamiento trigonométrico mediante experiencias contextualizadas, colaborativas y orientadas a la resolución de problemas. La cuarta fase correspondió a la validación de la estrategia mediante juicio de especialistas, con el propósito de valorar su calidad metodológica, pertinencia, coherencia y aplicabilidad en el contexto educativo. Las observaciones formuladas por los especialistas permitieron realizar ajustes orientados a fortalecer la propuesta antes de su eventual implementación.

El diseño de ABP-TRIGO se derivó directamente de los resultados del diagnóstico, de manera que las dificultades en la aplicación contextual justificaron la incorporación de problemas reales de medición indirecta; las limitaciones procedimentales sustentaron la inclusión de actividades relacionadas con el uso de razones trigonométricas; las debilidades en la representación matemática respaldaron el empleo de esquemas, modelos algebraicos y recursos digitales; y las percepciones estudiantiles relacionadas con la autonomía, la seguridad y la enseñanza recibida orientaron la incorporación del trabajo colaborativo, la evaluación formativa y la defensa oral de los resultados. En consecuencia, la estrategia quedó configurada como una propuesta didáctica coherente con las necesidades identificadas.

La estimación de la fiabilidad de los instrumentos se realizó mediante indicadores de consistencia interna seleccionados de acuerdo con la naturaleza de los ítems. En la prueba diagnóstica de pensamiento trigonométrico, conformada por ítems de calificación dicotómica, se utilizó el coeficiente KR-20, con un valor de .789, resultado que evidenció una consistencia interna aceptable al superar el criterio mínimo de .70. En el caso de la escala actitudinal aplicada a los estudiantes y del cuestionario de percepción dirigido a los docentes, ambos estructurados con ítems tipo Likert, los valores del alfa de Cronbach no alcanzaron el criterio mínimo de aceptabilidad, por lo que sus resultados fueron interpretados

con carácter descriptivo y complementario, considerando el comportamiento de los ítems y de las dimensiones evaluadas. Los datos recopilados fueron procesados mediante el software Jamovi, versión 2.7.12. Para el análisis de la información se empleó estadística descriptiva mediante frecuencias absolutas, porcentajes, medias y otras medidas de tendencia central, con el propósito de caracterizar el comportamiento de las variables estudiadas. Asimismo, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para explorar la relación entre variables de naturaleza ordinal derivadas de los instrumentos aplicados. Debido al tamaño reducido del grupo docente, estos resultados fueron interpretados de manera exploratoria y no como evidencia concluyente, sino como indicios descriptivos sobre posibles relaciones entre la experiencia profesional y la percepción de las dificultades asociadas al aprendizaje trigonométrico.

Para la validación de la estrategia ABP-TRIGO se calcularon el Índice de Validez de Contenido y el coeficiente V de Aiken, con el propósito de valorar la pertinencia, claridad, coherencia y representatividad de los elementos sometidos a juicio de especialistas. De manera complementaria, se consideró el coeficiente de competencia experta K como criterio para valorar la idoneidad de los evaluadores participantes y fortalecer la rigurosidad del proceso de validación. La participación de estudiantes, docentes y especialistas fue voluntaria y estuvo sustentada en principios de confidencialidad, respeto y uso responsable de la información. A todos los participantes se les comunicaron los objetivos generales del estudio y las características de su participación, garantizando que los datos recopilados fueran utilizados exclusivamente con fines académicos y científicos. Asimismo, se procuró proteger la identidad de los participantes y asegurar el cumplimiento de los principios éticos aplicables a la investigación educativa.

Resultados y Discusión

El puntaje medio de la prueba diagnóstica fue de 7.06 sobre 12, equivalente al 58.83 % de logro y por debajo del criterio mínimo de dominio establecido en 70 %, mientras que 25 estudiantes, correspondientes al 73.53 %, se ubicaron en el nivel insuficiente, resultado que justifica la necesidad de una estrategia didáctica orientada a fortalecer la aplicación contextualizada, los procedimientos trigonométricos y la representación matemática

Tabla 1. *Síntesis del desempeño global y del logro por dimensión.*

Indicador	Resultado clave	Interpretación diagnóstica
Puntaje total	M = 7.06/12; Mdn = 7.00; DE = 3.15; logro = 58.83 %	Rendimiento global inferior al criterio mínimo de dominio establecido.
Clasificación del desempeño	Suficiente: 9 estudiantes (26.47 %); insuficiente: 25 estudiantes (73.53 %)	Predomina el nivel insuficiente, lo que evidencia necesidad de intervención didáctica.
D1. Comprensión conceptual	Grupo insuficiente: M = 68.0 %; DE = 37.9	Dimensión más cercana al criterio esperado, aunque con alta dispersión en los resultados.
D2. Valores y procedimientos	Grupo insuficiente: M = 40.0 %; Mdn = 33.3 %	Se evidencian dificultades en la selección de razones trigonométricas, valores notables y expresión algebraica.
D3. Aplicación contextualizada	Grupo insuficiente: M = 36.0 %; Mdn = 33.3 %	Constituye la dimensión más crítica, por la dificultad para transferir los conceptos a problemas reales.
D4. Representación e interpretación	Suficiente: 100.0 %; insuficiente: 51.0 %	Se observa un contraste marcado entre grupos, lo que revela desigualdad en la interpretación gráfica.
Nota. Se sintetizan los indicadores reportados en las tablas y figuras del documento original. M = media; Mdn = mediana; DE = desviación estándar.		

Fuente: Elaboración propia.

Los datos mostrados por la escala actitudinal permitieron identificar la percepción que los estudiantes mantienen con respecto a la utilidad de la trigonometría, su autoconfianza o autoeficacia para resolver problemas y su actitud o predisposición hacia actividades

contextualizadas. Estos resultados se sumaron al diagnóstico cognitivo y fueron los justificativos para la inclusión de tareas colaborativas, problemas reales y productos comunicables en el desarrollo de la estrategia de ABP-TRIGO.

En lo que respeta a la percepción docente del aprendizaje trigonométrico, las respuestas abiertas de los docentes que se utilizaron para complementar la información cuantitativa del cuestionario de percepción fueron ordenadas de modo que permitieron realizar categorías de análisis relacionadas tanto con las dificultades que ellos atestiguaron en el aprendizaje de la trigonometría como con las necesidades de mejora didáctica. En términos generales, los docentes afirman que los estudiantes tienden a memorizar fórmulas sin entender totalmente lo que significan, que tienen dificultades para aplicar la trigonometría a situaciones reales, que presentan inconvenientes en su interpretación gráfica y que requieren más apoyo de recursos manipulativos, tecnológicos y actividades contextualizadas.

En correspondencia con estas apreciaciones cualitativas, el cuestionario de percepción fue cumplimentado por seis docentes de matemáticas (tal como puede observarse en la figura 1 y detallarse en la tabla 2), la media global fue de M = 4.45 (DE = 0.08) y se corresponde con el nivel de muy alto. La dimensión que obtuvo mayor puntuación fue la D6, enseñanza y mejora didáctica (M = 4.78), y la que obtuvo menor puntuación fue la D3, aplicación contextualizada (M = 4.22). Este resultado hace evidente que los profesores también consideran que es necesario fortalecer la enseñanza a través de problemas contextualizados.

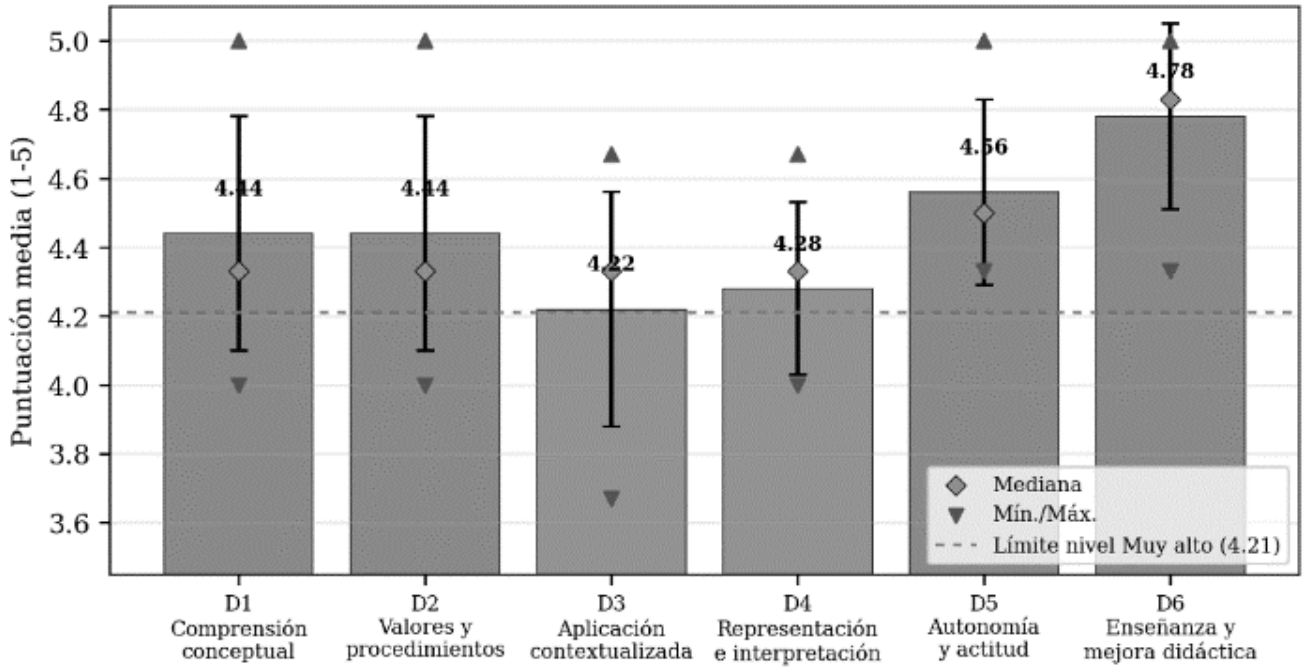

Figura 1. *Percepción docente por dimensión: media, mediana, dispersión y rango.*

Fuente: Elaboración propia.

Las barras representan la media por dimensión; las líneas de error indican ±1 DE. La línea discontinua señala el límite inferior del nivel muy alto.

Tabla 2. *Percepción docente por dimensión.*

Dimensión	Media	DE	Nivel	Interpretación
D1. Comprensión conceptual	4.44	0.34	Muy alto	Percepción favorable del dominio conceptual básico.
D2. Valores y procedimientos	4.44	0.34	Muy alto	Valoración alta, aunque con dispersión relevante.
D3. Aplicación contextualizada	4.22	0.34	Muy alto	Dimensión con menor puntuación; constituye un foco crítico de mejora.
D4. Representación e interpretación	4.28	0.25	Muy alto	Percepción favorable, aunque inferior a D1 y D2.
D5. Autonomía y actitud	4.56	0.27	Muy alto	Valoración positiva de la disposición estudiantil.
D6. Enseñanza y mejora didáctica	4.78	0.27	Muy alto	Mayor acuerdo sobre la necesidad de fortalecer la enseñanza.
Promedio global	4.45	0.08	Muy alto	Homogeneidad en la percepción del colectivo docente.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se presentan los coeficientes de correlación de Spearman utilizados para explorar la posible relación entre la experiencia docente y la percepción de las dimensiones del aprendizaje trigonométrico, identificándose, de manera exploratoria, dos asociaciones relevantes: una correlación positiva muy fuerte con la dimensión de comprensión conceptual, D1, $\rho = .941$; $p = .005$, y una correlación negativa fuerte con la dimensión de dominio de valores y procedimientos básicos, D2, $\rho = -.820$; $p = .046$, resultados que sugieren que los docentes con mayor experiencia tienden a valorar de forma más favorable la comprensión conceptual de los estudiantes, mientras que muestran una apreciación más crítica sobre el dominio procedimental, aunque, debido al tamaño reducido del grupo docente, estos hallazgos deben interpretarse como indicios descriptivos y no como evidencia concluyente.

Tabla 3. *Correlaciones de Spearman entre experiencia docente y percepción por dimensión.*

Variable	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Prom. global
exp_docente / exp_trig.	.941**	-.820*	-0.213	0.679	-0.741	0.185	-0.145
p	0.005	0.046	0.686	0.138	0.092	0.725	0.784

Fuente: Elaboración propia.

El segundo resultado del estudio fue el diseño de la estrategia didáctica ABP-TRIGO, elaborada a partir de las necesidades identificadas en el diagnóstico y fundamentada en el Aprendizaje Basado en Proyectos. La propuesta se orientó al fortalecimiento del pensamiento trigonométrico en estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado mediante actividades contextualizadas de medición indirecta, modelación matemática y resolución de problemas. La propuesta (Figura 2) se estructuró mediante un núcleo conceptual y un conjunto de fases secuenciales organizadas bajo los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos y la Teoría de Situaciones Didácticas. El núcleo central de la estrategia estuvo conformado por la pregunta guía y los fundamentos teóricos del Aprendizaje Basado en Proyectos, la Teoría de Situaciones Didácticas, el Enfoque Ontosemiótico y la Zona de Desarrollo Próximo, los cuales orientaron el diseño pedagógico de la propuesta. El anillo de secuencia se conformó por ocho fases. La Fase 0, diagnóstico, se planteó para identificar conocimientos previos, dificultades y actitudes iniciales de los estudiantes, y para orientar la conformación de equipos heterogéneos. La Fase 1, lanzamiento, se diseñó para introducir la pregunta guía, el reto del proyecto y la asignación de roles cooperativos. La Fase 2, indagación, se planteó para favorecer la construcción conceptual de la razón tangente, el análisis del triángulo rectángulo y el uso de GeoGebra como herramienta de representación. En la Fase 3, clinómetro, se planteó la construcción y calibración de un instrumento casero para medir

ángulos de elevación, con materiales sencillos, como transportador, hilo, peso y soporte rígido. Esta etapa no fue concebida como una actividad meramente manual, sino como una oportunidad para que los estudiantes vinculen la manipulación de un recurso físico con la obtención de datos matemáticos.

La Fase 4, medición, se diseñó como una experiencia de trabajo de campo con el clinómetro que permite vincular la razón tangente con una situación real de medición indirecta. Se espera que en esta etapa los equipos elijan objetos del entorno escolar que no estén a su alcance, midan la distancia horizontal hasta su base, registren el ángulo de elevación y tengan en cuenta la altura del observador. A partir de estos datos, se modela la situación con un triángulo rectángulo y se calcula la altura total mediante la expresión $h = d \cdot \tan(\alpha) + h_obs$, donde d es la distancia horizontal, α el ángulo de elevación y h_obs la altura desde el suelo hasta los ojos del observador. Las últimas etapas ampliaron el alcance del proyecto y facilitaron la transferencia del aprendizaje. La Fase 5, contraste, se agregó para comparar los resultados obtenidos con el clinómetro mediante el método de las sombras y analizar posibles márgenes de error. La Fase 6, rampa, fue contemplada como la actividad de transferencia al proponer a los estudiantes el diseño de una solución accesible de acuerdo con la relación $d = h/\tan(\alpha)$.

La Fase 7, defensa oral, fue conceptualizada para presentar el informe técnico, la exposición de los resultados junto a la institucionalización del conocimiento, mediante la comunicación de procedimientos y cálculos, comparaciones y conclusiones del proyecto. La representación de la Parte III dedicada al diseño de la estrategia de enseñanza de Danza, asume el compromiso de afinar la arquitectura interna de ABP-TRIGO, así como observar la manera en la que se estructuran las interacciones de la propuesta de una forma más puntual que la simple secuencia de fases.

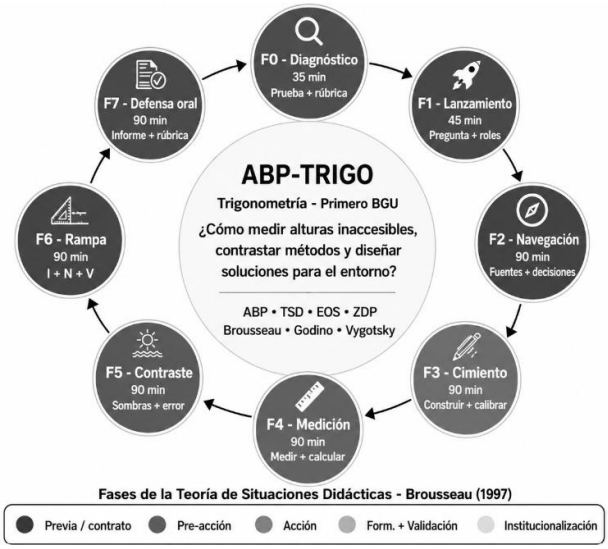

Figura 2. *Estructura circular integradora de la estrategia didáctica ABP-TRIGO*

Fuente: Elaboración propia.

Nota. TSD = Teoría de Situaciones Didácticas (Brousseau, 2007). EOS = Enfoque Ontosemiótico (Godino et al., 2007). ZDP = Zona de Desarrollo Próximo (Vygotsky, 1978). La flecha discontinua F7→F0 indica el cierre del ciclo didáctico.

De la manera que se aprecia en la Figura 3, se pautan mediante el diagnóstico inicial, las necesidades detectadas y la fundamentación teórica el objetivo general, la pregunta guía y el proyecto ejes, tomando como contenido el desarrollo de las fases operativas, los componentes transversales, la evaluación formativa y la validación por parte de especialistas. La organización general de la estrategia de enseñanza ABP -TRIGO, en función del diagnóstico de necesidades, la fundamentación teórica, el objetivo general, la pregunta guía, las fases operativas, los componentes transversales y la validación por parte de especialistas. Esta organización pone de relieve la coherencia interna de la propuesta y su orientación al reforzamiento del pensamiento trigonométrico gracias a actividades contextualizadas. Asimismo, la estrategia fue concebida como un proceso cíclico y recursivo, en el que los resultados obtenidos permiten retroalimentar nuevas fases de diagnóstico y mejora, favoreciendo la construcción progresiva del aprendizaje trigonométrico.

Figura 3. *Esquema general de organización de la Parte III: diseño de la estrategia didáctica ABP-TRIGO*

Fuente: Elaboración propia

La figura sintetiza la lógica interna de la Parte III. El diseño parte del diagnóstico inicial, las necesidades detectadas y la fundamentación teórica; luego se articula mediante el objetivo general, la pregunta guía y el proyecto eje ABP-TRIGO; posteriormente se despliega en fases, se sostiene en componentes transversales y culmina en una estrategia estructurada, coherente y validada para una futura aplicación. Los cinco especialistas seleccionados presentaron coeficientes de competencia experta (K) entre 0.85 y 1.00, lo que evidenció un alto nivel de

idoneidad para la evaluación de la estrategia didáctica. Los 21 indicadores de la ficha de validación alcanzaron puntuaciones medias entre 4.2 y 5.0 sobre una escala de cinco puntos, con un Índice de Validez de Contenido (IVC) de 1 y valores de V de Aiken entre 0.80 y 1.00. El indicador mejor valorado correspondió a la promoción de la participación activa, la colaboración y la resolución de problemas (M = 5.0; V = 1.00), mientras que el relacionado con la temporalización de las actividades obtuvo la valoración más baja (M = 4.2; V = 0.80).

Por dimensiones, Fundamentación pedagógica y metodológica obtuvo la puntuación más alta (M = 4.87; V = 0.97), seguida de Innovación y contribución didáctica (M = 4.80; V = 0.95). Las dimensiones Pertinencia, Coherencia interna, Aplicabilidad y Evaluación del aprendizaje alcanzaron una media de 4.73 (V = 0.93), mientras que Factibilidad de implementación registró la valoración más baja (M = 4.47; V = 0.87). En términos generales, la estrategia alcanzó una puntuación media de 4,72 sobre 5, con un porcentaje de logro del 94,4 %, un IVC = 1 y una V de Aiken = 0,93, resultados que avalan su validez de contenido. El ajuste de la temporalización de las fases, la precisión de los productos esperados, el fortalecimiento de los criterios de evaluación formativa y la incorporación de orientaciones para adaptar las actividades de campo a las condiciones reales de la fundación educativa son el resultado del proceso de validación gracias a las observaciones de los especialistas. Con estas adecuaciones, la estrategia ABP-TRIGO llegó a una versión más coherente, realizable y aplicable para su futura implementación.

Los resultados obtenidos derivados del diagnóstico permiten determinar que las dificultades que presentan los alumnos / as no se refieren ú nicamente a reconocer con acierto lo que son los conceptos de la trigonometría, sino que ata ñ en inclusive a utilizar dichos conceptos para interpretar, representar y resolver situaciones reales : esta situación vivida por los alumnos / as corrobora que el aprendizaje de la trigonometría no debe reducirse a la memorización de fórmulas e incluso de procedimientos mecánicos, sino que debe suponer experiencias didácticas que les permitirán construir. significados, coordinar representaciones y poner en práctica las razones trigonométricas en situaciones reales, por tanto, la adecuación de ABP-TRIGO desde la forma en que relaciona el problema contextualizado, la construcción de significados, la modelación matemática, el trabajo colaborativo y la comunicación de resultados como intuitivamente los ejes centrales del aprendizaje matemático.

De este modo, los hallazgos del diagnóstico se relacionan de forma directa con los sustentos teóricos que dan cuenta de la estrategia. El Aprendizaje Basado en Proyectos permite organizar la enseñanza a partir de una pregunta guía y de un producto final que conlleva a indagar, medir, calcular, contrastar y argumentar. Esta resulta lógica coherente con las dificultades puestas de manifiesto, particularmente con aquellas que están vinculadas a la aplicación contextualizada ya la representación matemática de los problemas. Así, ABP-TRIGO no se entiende como una secuencia aislada de actividades, sino que es una propuesta didáctica que está enfocada en convertir el tratamiento de la trigonometría desde una lógica aplicada, colaborativa y reflexiva.

Esta forma de interpretar la estrategia se relaciona con la evidencia más reciente del ABP, que establece este marco estratégico como capaz de ser generador de comprensión conceptual, motivación, implicación y habilidades de pensamiento, entendiendo por trabajar problemas auténticos y productos significativos

(Rehman et al., 2024; Wijnia et al., 2024; Zhang y Ma, 2023). Los resultados muestran, también, cómo el proceso de aprendizaje de la trigonometría se mantiene vertebrado por un enfoque predominantemente orientado a la ejecución de procedimientos y no a la comprensión funcional de los conceptos.

Aunque un estudiante pueda reconocer definiciones y operaciones, resolver problemas elementales del ámbito de la trigonometría, tal información no se proyecta en situaciones en donde se requiere modelar o considerar contextos reales. Este comportamiento coincide con lo defendido por Canonigo (2025) como por Weber (2005) que argumentan que el aprender trigonometría mismo tiene como uno de los problemas más importantes y desafíos que presentan los alumnos que utilizarla de una manera significativa, no por medio de la memorización.

En la misma línea, Büttner y Erath (2023) sostienen que la estructura de la trigonometría se sitúa a la habilidad del estudiante de coordinar representaciones gráficas, algebraicas y geométricas con la construcción del significado matemático. Desde el punto de vista docente, también es n se reafirma la misma tendencia ya que utilizar situaciones contextualizadas fue considerada como una de las dimensiones más débiles del proceso de enseñanza-aprendizaje. La tendencia escapar entre el rendimiento del alumno y la percepción docente contrasta en el sentido de que la forma en la cual ambos instrumentos hacen una misma llamada de atención vuelve a confirmar la consistencia del diagnóstico, pues ambos apuntan hacia una misma necesidad: generar estrategias que favorecerán la modelación matemática, secretar problemas auténticos y realizar tareas de articulación con distintas representaciones. Por tanto, la estrategia ABP- TRIGO trata de atender a esta necesidad pues incorpora actividades de medición indirecta; construcción y uso del clinómetro; representación de triángulos rectángulos; cálculos de alturas; contrastación de procedimientos; análisis de errores y defensa oral de resultados. Estas actividades didácticas pueden atender de le manera articulada todas las debilidades vinculadas a la utilización de situaciones contextualizadas, los procedimientos trigonométricos y la interpretación de representaciones.

En lo relacionado con la validación de la propuesta, como con el juicio de los especialistas, los datos propuestos confirman, en términos generales, la pertinencia, la consistencia de la estrategia metodológica y la aplicabilidad de ABP-TRIGO. Este juicio favorable de los expertos justifica la calidad del diseño e indica que los componentes que la configuran son pertinentes pedagógicamente, son factibles, presentan una coherencia interna basada en la estrategia de enseñanza - aprendizaje en la que se sustenta y son innovadores didácticamente. Este resultado tiene un carácter relevante porque confirma la correspondencia entre el diagnóstico realizado, la fundamentación teórica adoptada y las decisiones que se incorporan en la propuesta metodológica. Además, el juicio de expertos forma parte de un procedimiento adecuado en estudios que diseñan propuestas didácticas en la medida que permite valorar la calidad de la propuesta antes de su aplicabilidad en un contexto real de aula (Lawshe, 1975).

La propuesta de estructura didáctica se articula entre el Aprendizaje Basado en Proyectos y la propia didáctica de la matemática, ya que contempla aspectos concretos de la organización de situaciones de aprendizaje, la construcción de significados, el uso de representaciones múltiples y la

contextualización del conocimiento. Prueba de ello, es que la valoración positiva de los expertos, los cuales se han centrado en la fundamentación pedagógica y metodológica, en la innovación didáctica que señala la coherencia interna de la estrategia y la congruencia de la misma con los principios del ABP, lo que se deriva de la concordancia con los investigadores de la enunciación de Rehman et al. (2024), Wijnia et al. (2024) y Zhang y Ma (2023) para quienes el Aprendizaje Basado en Proyectos puede beneficiar la comprensión conceptual, la motivación, la participación activa y el desarrollo de competencias de pensamiento puesto que se organiza mediante distintos problemas reales , productos significativos, trabajo colaborativo y la evaluación resultante de los objetivos de aprendizaje.

Sin embargo , uno de los elementos que recibió una mayor atención fue la factibilidad para ser implementada en distintos escenarios de aula , en particular la necesidad de precisar la temporalización de las actividades y la organización del trabajo de campo, lo que permite matizar la valoración global que se ha hecho de la estrategia ya que , aunque una propuesta parezca pertinente y estrictamente didáctica correspondiente á llevar a cabo ajustes operativos para acometer la misma en contextos reales de aula. En este sentido, la implementación de ABP-TRIGO en el futuro debe tener en cuenta la disponibilidad temporal , recursos institucionales, condiciones para realizar mediciones en exteriores, organización de los equipos de trabajo y adaptación de las actividades a la dinámica de aula dado que la enseñanza de la trigonometría en situaciones contextualizadas precisa planificación, acompañamiento docente, evaluación formativa continua y tareas que propicien el transitar entre conceptos, procedimientos, representaciones y contextos de aplicación (García y Dolores-, 2021). El trabajo realizado se centró en el diseño y validación de la estrategia ABP-TRIGO mediante juicio de expertos. Las conclusiones nos permiten considerar la pertinencia, la coherencia metodológica y la validez de contenido de la propuesta, pero no son la base para considerar la efectividad pedagógica.

Conclusiones

La revisión teórica permitió aportar ideas que se podía establecer entre el aprendizaje basado en proyectos , la teoría de situaciones didácticas, el enfoque semiótico y la cognición situada como fundamentos del diseño del ABP-TRIGO, generando una base teórica y metodológica coherente para estructurar una estrategia didáctica orientada en el fortalecimiento del pensamiento trigonométrico a de situaciones altamente contextualizadas , trabajo colaborativo, modelización matemática y comunicación de resultados. El diagnóstico permitió identificar necesidades formativas en la trigonometría muy relacionadas con la resolución de problemas contextualizados, con procedimientos trigonométricos y con la representación matemática ; en el caso de la comprensión conceptual mostró un comportamiento relativamente mejor , lo que da cuenta de la necesidad de una propuesta didáctica que progresé en la ejercitación de procedimientos y favorezca la puesta en práctica de las razones trigonométricas en situaciones reales.

La estrategia de ABP -TRIGO fue creada como reacción a las necesidades que se derivaron del diagnóstico, a partir de una organización por fases que combinan mediciones indirectas, construcción y utilización del clinómetro, modelación matemática, contraste de métodos, trabajo por grupos , evaluación formativa y defensa oral de los resultados ya que se puede considerar una alternativa didáctica adecuada y

coherente para dar respuesta a las dificultades que se encuentran en el pensamiento trigonométrico, si esa bien eficacia deberá contrastarse a partir de futuros. aplicaciones en contextos reales de aula. La validación por juicio de expertos arrojó una valoración positiva de la estrategia en cuanto a pertinencia, coherencia metodológica, fundamentación pedagógica, innovación didáctica y potencial aplicabilidad, lo que avala la calidad del diseño y su adecuación al contexto educativo para el cual fue concebida, aunque estos resultados deben interpretarse como evidencia de validez de contenido y no como comprobación de efectividad pedagógica, debido a que la estrategia aún no fue implementada en el aula.

Referencias Bibliográficas

Aiken, L. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement, 45*(1), 131–142. https://doi.org/10.1177/0013164485451012

Banco Interamericano de Desarrollo, & Banco Mundial. (2024). *El aprendizaje no puede esperar: Lecciones para América Latina y el Caribe a partir de PISA 2022*. https://doi.org/10.18235/0005671

Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas* (D. Fregona, Trad.). Libros del Zorzal.

Büttner, M., & Erath, K. (2023). The role of representations in developing a conceptual understanding of trigonometry. En M. Ayalon, B. Koichu, R. Leikin, L. Rubel, & M. Tabach (Eds.), *Proceedings of the Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13)* (pp. 723–730). ERME. https://hal.science/hal-04419239

Canonigo, A. M. (2025). Enhancing instruction in trigonometry: Insights from students' reasoning approaches and processes. *Mathematics Teaching Research Journal, 17*(3), 120–153.

García-García, J., & Dolores-Flores, C. (2021). Exploring pre-university students' mathematical connections when solving calculus application problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 52*(6), 912–936. https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1729429

Godino, J., Batanero, C., & Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education, 39*(1–2), 127–135.

Guerrero-Brito, A. P., Guadalima-Quishpe, S. G., Pérez-Rosell, R. V., & Guzmán-Hernández, R. (2025). Estrategia lúdica para el aprendizaje de funciones trigonométricas en primero de bachillerato técnico de la Unidad Educativa "Antonio Ávila Maldonado". *MQRInvestigar, 9*(2), e445. https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e445

Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2025). *Informe nacional Ser Estudiante: Nivel de Bachillerato. Año lectivo 2023–2024*.

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology, 28*(4), 563–575. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x

Loyens, S. M. M., van Meerten, J. E., Schaap, L., & Wijnia, L. (2023). Situating higher-order, critical, and critical-analytic thinking in problem- and project-based learning environments: A systematic review. *Educational Psychology Review, 35*(2), Article 39. https://doi.org/10.1007/s10648-023-09757-x

Ministerio de Educación. (2021). *Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales: Nivel de Bachillerato*. https://recursos.educacion.gob.ec/wp-

Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A. M., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon, 10*(23), Article

e39988. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39988

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Weber, K. (2005). Students' understanding of trigonometric functions. *Mathematics Education Research Journal, 17*(3), 91–112. https://doi.org/10.1007/BF03217423

Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L., Rikers, R., & Loyens, S. (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review, 36*(1), 29. https://doi.org/10.1007/s10648-024-09864-3

Yestina, R., Ratnaningsih, N., Rahayu, D. V., & Ni'mah, K. (2024). Meta-analysis: The effect of project-based learning toward mathematical concepts understanding in term of learning media utilization. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika, 7*(1), 14–30. https://doi.org/10.32939/ejrpm.v7i1.3514

Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology, 14*, 1202728. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © José Daniel Quizhpi Romero, Kevin Alexander Navarrete López, Roberto Barrera Jiménez y Hendy Maier Pérez Barrrera.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT).

José Daniel Quizhpi Romero: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Kevin Alexander Navarrete López: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Roberto Barrera Jiménez: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Hendy Maier Pérez Barrrera: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.

Declaración de financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.

Declaración del editor

El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.

Declaración de los revisores

Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.

Declaración ética de la investigación

Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.

Disponibilidad de datos

Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.