

UNA PROPUESTA SISTÉMICA EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA PARA MOTIVAR LA TRIGONOMETRÍA CON RECURSOS DIGITALES

A SYSTEMIC PROPOSAL IN SECONDARY EDUCATION TO MOTIVATE TRIGONOMETRY WITH DIGITAL RESOURCES

Greidis Len Hechavarría Marange^{1*}

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9073-9380>

E-mail: greidislenhechavarría@gmail.com

Dalmis La Rosa Kindelan²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7604-3816>

E-mail: angola_1970@yahoo.es

Jorge Mesa Vazquez¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7457-5323>

E-mail: jorge.mesa@uo.edu.cu

¹Universidad de Oriente. Cuba

²Instituto Superior de Angola. Luanda

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA 7ma Edición)

Hechavarría Marange, G.L., La Rosa Kindelan, D., & Mesa Vasquez, J. (2026) Una propuesta sistémica en la enseñanza secundaria para motivar la trigonometría con recursos digitales. *Vanguardia Interdisciplinaria Educativa* 2(1). 18-26. <https://revain.plusidsa.com/index.php/RVI/article/view/14>

RESUMEN

El aprendizaje de la trigonometría en Secundaria Básica enfrenta históricamente problemas de motivación derivados de su alto nivel de abstracción, la prevalencia de métodos tradicionales y la desconexión con aplicaciones prácticas, lo que se traduce en desinterés estudiantil y aprendizaje memorístico. Este artículo presenta el diseño de un Sistema de Medios Didácticos Digitales para las Razones Trigonométricas (SMDD-RT), una propuesta orientada a estudiantes de noveno grado. El estudio, de enfoque aplicado, partió de un diagnóstico contextual realizado en la Escuela Secundaria Básica "José Luis Tasende de las Muñecas" de Santiago de Cuba, cuyos resultados evidenciaron baja motivación, alta percepción de abstracción y uso esporádico de tecnologías. Los resultados mostraron valoraciones altamente positivas en pertinencia teórica (media 4.81), calidad del diseño (media 4.57), potencial motivador (media 4.71) y factibilidad contextual (media 4.29), con un 100% de concordancia sobre su contribución significativa a la motivación y el aprendizaje. Se confirma la pertinencia y viabilidad del SMDD-RT como herramienta pedagógica contextualizada para transformar la enseñanza de la trigonometría, respondiendo a las necesidades del III Perfeccionamiento Educativo cubano.

Palabras Clave:

medios didácticos digitales; motivación; trigonometría; Secundaria Básica; diseño instruccional.

ABSTRACT

The learning of trigonometry in junior high school has historically faced motivational challenges stemming from its high level of abstraction, the prevalence of traditional methods, and a disconnect from practical applications, resulting in student disinterest and rote learning. This article presents the design of a Digital Didactic Media System for Trigonometric Ratios (DDMA-RT), a proposal aimed at ninth-grade students. The applied study began with a contextual diagnosis conducted at the "José Luis Tasende de las Muñecas" Junior High School in Santiago de Cuba, the results of which revealed low motivation, a high perception of abstraction, and sporadic use of technology. The results showed highly positive assessments in theoretical relevance (mean 4.81), design quality (mean 4.57), motivational potential (mean 4.71), and contextual feasibility (mean 4.29), with 100% agreement on its significant contribution to motivation and learning. The relevance and viability of the SMDD-RT (Digital Didactic-Related Trigonometry) method as a contextualized pedagogical tool for transforming trigonometry instruction is confirmed, responding to the needs of the Third Cuban Educational Improvement Plan.

Keywords:

digital didactic resources; motivation; trigonometry; Basic Secondary Education; instructional design.

1. Introducción

La enseñanza de la matemática en la Educación Secundaria Básica constituye una prioridad fundamental dentro del sistema educativo cubano, particularmente en el contexto del III Perfeccionamiento Educativo. Dentro de esta disciplina, la trigonometría ocupa un lugar estratégico, al articular el álgebra, la geometría y el razonamiento gráfico, constituyendo un prerrequisito esencial para estudios posteriores en cálculo, física y otras ciencias (Arhin & Hokor, 2021). El programa vigente para noveno grado establece que los estudiantes deben lograr resolver ejercicios y problemas de cálculo de longitudes de segmentos y amplitudes de ángulos, aplicando las razones trigonométricas en el triángulo rectángulo, lo que evidencia la centralidad de estos contenidos en la formación del pensamiento lógico y la capacidad de solución de problemas (Mesa Vazquez et al., 2025).

Sin embargo, existe un amplio consenso en la literatura especializada acerca de las dificultades históricas que presenta el aprendizaje de la trigonometría. Diversos estudios han documentado que los estudiantes perciben este contenido como altamente abstracto, memorístico y descontextualizado, lo que genera apatía, bajo compromiso y un aprendizaje meramente reproductivo orientado a la superación de evaluaciones (Aray Andrade, Guerrero, Montenegro & Navarrete, 2020; Vitola de la Rosa, 2023). Como señalan Gutiérrez y Fiallo (2009), “el estudio de la trigonometría puede convertirse en un proceso memorístico y rutinario, sin ningún sentido ni utilidad para los estudiantes si no se les brindan las condiciones para que logren una comprensión profunda, dinámica y utilitaria de estos conceptos” (p. 148). Esta situación se ve agravada por prácticas pedagógicas tradicionales centradas en la exposición unidireccional y la ejercitación repetitiva, las cuales no estimulan la creatividad ni promueven un aprendizaje significativo (Zamorano, Cortés & Herrera, 2020).

En este escenario, los medios didácticos digitales emergen como herramientas con un potencial extraordinario para transformar la experiencia de aprendizaje (Céspedes-Isaac et al., 2018). Su naturaleza interactiva, multimedial y su capacidad para la visualización dinámica de conceptos abstractos los convierten en recursos idóneos para abordar las dificultades propias de la trigonometría (Cabero, 2020; Drijvers, 2019). No obstante, la literatura advierte sobre una contradicción fundamental que caracteriza la realidad educativa contemporánea: la existencia de una brecha significativa entre el potencial pedagógico de estos medios y su integración efectiva en las prácticas de aula (Area & Adell, 2021; Tourón, Martín, Navarro, Pradas & Íñigo, 2018). Esta brecha se manifiesta en un uso esporádico, superficial y desvinculado de los objetivos curriculares,

frecuentemente limitado a funciones ilustrativas o de entretenimiento, sin que los recursos digitales lleguen a constituirse en verdaderas herramientas de mediación cognitiva que potencien la actividad intelectual del estudiante (Del Rocio Tixi Cujilema et al., 2023).

En el contexto específico de la Secundaria Básica cubana, esta contradicción adquiere contornos particulares. Investigaciones previas han identificado barreras infraestructurales (equipamiento obsoleto, conectividad limitada), formativas (insuficiente preparación didáctica para la integración de tecnologías) y organizativas (sobrecarga docente) que dificultan una apropiación pedagógica profunda de los recursos digitales (Mesa Vázquez, 2015). Estos factores contribuyen a perpetuar un ciclo donde la potencialidad motivadora de la tecnología no logra materializarse en mejores aprendizajes, profundizando la desmotivación estudiantil hacia contenidos de alta exigencia cognitiva como la trigonometría (Bonfante Rodríguez et al., 2024).

La superación de este desafío requiere propuestas que trasciendan el mero desarrollo tecnológico para adentrarse en el terreno del diseño pedagógico intencionado y contextualizado. Desde una perspectiva de Didáctica Desarrolladora (Zilberstein & Silvestre, 2002), los medios de enseñanza deben concebirse como herramientas psicológicas que, en términos vygotskianos, median la relación del estudiante con el objeto de conocimiento y potencian su zona de desarrollo próximo. Esta concepción se articula con los aportes de la Teoría de la Autodeterminación (Deci & Ryan, 2000), que postula que la motivación intrínseca emerge cuando se satisfacen las necesidades de autonomía, competencia y relación social, aspectos que pueden ser promovidos mediante un diseño interactivo que otorgue control al aprendiz, ofrezca retroalimentación ajustada y propicie la colaboración (Alfredo Bustamante-Noriega et al., 2025).

Complementariamente, el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), desarrollado por Mishra y Koehler (2006), proporciona un marco integrador que enfatiza la necesidad de articular el conocimiento disciplinar (la trigonometría), el conocimiento pedagógico (estrategias para enseñarla de manera motivadora) y el conocimiento tecnológico (herramientas digitales) en una síntesis que garantice la pertinencia y efectividad de las intervenciones educativas con tecnología. Asimismo, los Principios Multimedia de Mayer (2020) ofrecen directrices fundamentadas experimentalmente para el diseño de recursos que optimicen la carga cognitiva y faciliten la comprensión, tales como los principios de coherencia, señalización, contigüidad espacial y temporal, y personalización (Lema-Lopez et al., 2024).



Desde esta base teórica, Mesa Vázquez (2015) aporta una perspectiva clave para el contexto cubano al enfatizar que la calidad de un medio didáctico tecnológico no radica en su sofisticación técnica, sino en su adecuación a los objetivos educativos, a las características de los estudiantes y a las condiciones reales del contexto. Este principio de factibilidad contextual resulta cardinal en escenarios con limitaciones infraestructurales, donde el diseño debe priorizar recursos de bajo requerimiento técnico, funcionales sin conexión a internet y fáciles de distribuir, garantizando así su uso real y sostenible.

En respuesta a esta problemática, el presente artículo tiene como objetivo presentar el diseño, la fundamentación y los resultados de la validación por criterio de especialistas del Sistema de Medios Didácticos Digitales para las Razones Trigonómicas (SMDD-RT), una propuesta concebida para estudiantes de noveno grado de Secundaria Básica. Este sistema, estructurado en cinco recursos interactivos (Explorador Trigonómico, Constructor de Triángulos Especiales, Misión Topográfica, Identificador Rápido y Línea del Tiempo Interactiva), integra una guía metodológica para el docente y una estrategia de implementación contextualizada, con el propósito de incidir positivamente en la motivación y el aprendizaje significativo de la trigonometría en el marco del III Perfeccionamiento Educativo cubano.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se enmarca en un enfoque metodológico de carácter mixto, orientado al diseño, fundamentación y validación de una propuesta pedagógica concreta. A continuación, se describen las fases seguidas para el desarrollo del Sistema de Medios Didácticos Digitales para las Razones Trigonómicas (SMDD-RT) y el proceso de validación mediante criterio de especialistas.

El diseño del SMDD-RT partió de un diagnóstico empírico previo realizado en la Escuela Secundaria Básica "José Luis Tasende de las Muñecas" de Santiago de Cuba, durante el curso escolar 2025-2026. Este diagnóstico, de carácter exploratorio y descriptivo, permitió caracterizar el estado actual de la motivación hacia el aprendizaje de la trigonometría y el uso de medios didácticos digitales en el noveno grado. La muestra estuvo conformada por 31 estudiantes del grupo 9º2 (13.19% de la población total de 235 educandos) y los tres docentes de Matemática del centro. Se aplicó un proceso de triangulación metodológica que combinó encuestas a estudiantes con escalas Likert y preguntas abiertas, entrevistas semiestructuradas a docentes y observaciones participantes de clases.

Diseño del Sistema de Medios Didácticos Digitales (SMDD-RT)

El SMDD-RT se sustentó en la integración coherente de los fundamentos teóricos expuestos en la introducción. Desde una perspectiva pedagógica, se asumió la Didáctica Desarrolladora (Zilberstein & Silvestre, 2002), que concibe los medios como herramientas de mediación que potencian la actividad intelectual del estudiante. Desde el punto de vista psicológico, se adoptó la Teoría de la Autodeterminación (Deci & Ryan, 2000) y los principios del aprendizaje significativo (Ausubel, 1968), orientando el diseño hacia la satisfacción de las necesidades de autonomía, competencia y relación social. En el plano tecnológico, el modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006) sirvió como marco integrador, mientras que los Principios Multimedia de Mayer (2020) y la Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller, 2020) guiaron las decisiones de diseño instruccional. Finalmente, el concepto de medios didácticos contextualizados desarrollado por Mesa Vázquez (2015) para el contexto cubano aportó el principio de factibilidad como eje transversal.

Principios de diseño derivados

De la intersección de estos fundamentos se derivaron seis principios rectores que orientaron la elaboración de cada medio digital:

1. Principio de Intencionalidad Didáctica Motivadora: Cada medio fue diseñado con un objetivo pedagógico-motor claro, integrado en una secuencia didáctica mayor, y su funcionalidad se orientó explícitamente a generar interés, curiosidad o satisfacción por el logro.
2. Principio de Interactividad Significativa: La interactividad se concibió como inherente al recurso, permitiendo al estudiante manipular parámetros, observar consecuencias en tiempo real y tomar decisiones que afectaran el desarrollo de la actividad, promoviendo un rol activo de investigador.
3. Principio de Visualización Dinámica y Multirrepresentación: Se aprovechó la capacidad digital para ofrecer representaciones visuales dinámicas y vinculadas (gráficas, numéricas, algebraicas) de los conceptos trigonométricos, haciendo tangible lo abstracto.
4. Principio de Contextualización y Aplicabilidad: Los escenarios y problemas planteados conectaron las razones trigonométricas con situaciones reales o simuladas de relevancia para el estudiante (medición de alturas, topografía, arquitectura).
5. Principio de Factibilidad y Accesibilidad Contextual: El diseño priorizó recursos ejecutables en



plataformas y dispositivos comunes, de bajo requerimiento técnico, funcionales sin conexión a internet y fáciles de distribuir mediante medios físicos (memorias USB).

6. Principio de Retroalimentación Formativa y Fortalecedora: Se incorporaron respuestas automáticas e inmediatas que no solo indicaran el error, sino que guiaran la reflexión y ofrecieran pistas para la autorregulación, reforzando la percepción de competencia.

Estructura de diseño: metodología de cuatro fases

Para garantizar la calidad y coherencia pedagógica de cada recurso, se aplicó una metodología sistemática de cuatro fases secuenciales e interdependientes:

Fundamentación y Contextualización. Se partió del análisis del Programa de Matemática de 9no grado (MINED, 2019) para identificar con precisión el objetivo de aprendizaje específico que abordaría cada medio. Se integraron los hallazgos del diagnóstico, considerando las características de los estudiantes (intereses, estilos de aprendizaje, percepciones sobre la trigonometría) y las condiciones tecnológicas reales de la escuela. Se formuló un objetivo pedagógico-motivacional dual que especificaba tanto el logro cognitivo esperado como la experiencia afectiva a generar.

Diseño Tecno-Pedagógico. Se definió el enfoque didáctico dominante para cada medio (exploración guiada, resolución de problemas contextualizados, modelación matemática, visualización de conceptos abstractos). Se diseñaron las acciones específicas de interactividad (arrastrar vértices, manipular deslizadores, ingresar valores, seleccionar opciones) orientadas a promover procesos superiores como la indagación, la formulación de conjeturas y la reflexión.

Desarrollo Técnico con Principio de Factibilidad. Se seleccionaron herramientas de autor gratuitas y de código abierto, priorizando GeoGebra para la visualización dinámica y H5P para contenidos interactivos en HTML5. Se implementó el diseño realizando pruebas técnicas internas en equipos con prestaciones similares a las disponibles en las escuelas (procesadores lentos, poca memoria RAM) para garantizar fluidez y estabilidad. Los productos finales se optimizaron como archivos ejecutables autónomos de tamaño reducido (idealmente <15-20 MB) para facilitar su distribución offline.

Elaboración de la Guía de Implementación Pedagógica. Para cada medio se elaboró una ficha técnico-didáctica que incluía: nombre y objetivo de aprendizaje; destrezas y conceptos que desarrolla; instrucciones básicas de uso para el estudiante; preguntas generadoras para la mediación docente (elemento clave que transforma el recurso

tecnológico en un medio didáctico); y variantes de uso en el aula (proyección colectiva, trabajo en estaciones, tareas de exploración). Estas fichas se consolidaron en una Guía Metodológica Integrada que proporciona una visión unificada del sistema.

Como resultado de este proceso, el SMDD-RT quedó conformado por cinco medios digitales: (1) "Explorador Trigonométrico: La Invariabilidad de la Razón", (2) "Constructor de Triángulos Especiales: Más Allá de la Calculadora", (3) "Misión Topográfica: Aplicando Razones en Contexto Real", (4) "Identificador Rápido: ¿Seno, Coseno o Tangente?" y (5) "Línea del Tiempo Interactiva: Trigonometría en la Historia y la Vida".

Validación por criterio de especialistas

Para valorar la calidad, pertinencia y viabilidad de la propuesta antes de su implementación a gran escala, se recurrió al método de criterio de especialistas, técnica ampliamente utilizada en investigaciones educativas para obtener juicios fundamentados sobre innovaciones pedagógicas.

La selección de los expertos se realizó de forma intencional, aplicando los siguientes criterios de inclusión: (a) poseer título de Máster o Doctor en Ciencias de la Educación, Didáctica de la Matemática, Tecnología Educativa o áreas afines; (b) tener al menos cinco años de experiencia en investigación o docencia en esos campos; (c) contar con producción académica (artículos, ponencias, proyectos) relacionada con la enseñanza de la matemática, el uso de TIC en educación o la motivación escolar; (d) poseer conocimiento del sistema educativo cubano o de contextos similares con limitaciones tecnológicas; y (e) aceptar voluntariamente participar en el proceso de evaluación.

3. Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos del proceso de diseño y validación del Sistema de Medios Didácticos Digitales para las Razones Trigonométricas (SMDD-RT). La exposición se organiza en tres secciones: la descripción del sistema desarrollado, los resultados cuantitativos y cualitativos de la validación por especialistas, y el juicio global emergente de sus valoraciones.

El Sistema de Medios Didácticos Digitales (SMDD-RT)

Como resultado del proceso de diseño fundamentado en la metodología de cuatro fases descrita, se obtuvo un sistema conformado por cinco medios didácticos digitales interactivos. Cada medio fue concebido para abordar una dimensión específica de las dificultades de aprendizaje y

motivación identificadas en el diagnóstico. En la Tabla 1 se presenta una síntesis de los cinco recursos que integran el SMDD-RT.

Tabla 1. Sistema de Medios Didácticos Digitales para las Razones Trigonométricas (SMDD-RT)

Medio Digital	Objetivo Pedagógico-Motivacional	Función Didáctica Clave
1. Explorador Trigonométrico: La Invariabilidad de la Razón	Descubrir de forma autónoma que el valor de una razón trigonométrica es constante para un ángulo agudo dado, independientemente del tamaño del triángulo rectángulo.	Visualización dinámica y experimentación inductiva para combatir la abstracción mediante la manipulación directa de variables.
2. Constructor de Triángulos Especiales: Más Allá de la Calculadora	Comprender el origen geométrico y deducir los valores exactos de las razones para 30°, 45° y 60°, conectando con conocimientos previos de geometría y el Teorema de Pitágoras.	Deducción guiada a partir de construcciones geométricas puras, superando la visión instrumental de la calculadora.
3. Misión Topográfica: Aplicando Razones en Contexto Real	Incrementar la utilidad percibida y el interés situacional mediante la aplicación de razones trigonométricas para resolver problemas de medición indirecta en escenarios gamificados (topografía, arquitectura).	Resolución de problemas contextualizados con retroalimentación narrativa y elementos lúdicos.
4. Identificador Rápido: ¿Seno, Coseno o Tangente?	Desarrollar fluidez y precisión conceptual para discriminar y seleccionar rápidamente la razón trigonométrica apropiada según los datos de un problema.	Práctica adaptativa con ritmo rápido y retroalimentación inmediata para automatizar la decisión crítica.
5. Línea del Tiempo Interactiva: Trigonometría en la Historia y la Vida	Generar interés intrínseco y valor identitario hacia la matemática, apreciando la trigonometría como construcción humana histórica y cultural con aplicaciones en la tecnología moderna.	Contextualización histórica y conexión interdisciplinaria mediante una narrativa multimedia navegable.

Resultados de la validación por especialistas

Los siete especialistas seleccionados completaron el cuestionario de validación en su totalidad. La Tabla 2 presenta los resultados cuantitativos obtenidos para cada dimensión e ítem, incluyendo la media aritmética (X), la desviación estándar (S) y el porcentaje de concordancia (%C), entendido como el porcentaje de especialistas que otorgaron valoraciones de 4 (De acuerdo) o 5 (Totalmente de acuerdo). El umbral de aceptación se estableció en $\%C \geq 75\%$ y $X \geq 4.0$.

Tabla 2. Resultados cuantitativos de la validación por criterio de especialistas

Dimensión / Ítem	Media (X)	Desv. Estándar (S)	% Concordancia (%C)	Valoración Global
A. PERTINENCIA Y COHERENCIA TEÓRICA	4.81	0.23	100%	Excelente
A1. Fundamentación sólida	4.86	0.38	100%	
A2. Correspondencia lógica entre problema y solución	4.86	0.38	100%	
A3. Justificación innovadora de la propuesta	4.71	0.49	100%	
B. CALIDAD Y DISEÑO DE LOS MEDIOS	4.57	0.35	95.2%	Muy Alta
B1. Interactividad significativa	4.71	0.49	100%	
B2. Usabilidad y accesibilidad	4.43	0.54	85.7%	
B3. Adecuación y precisión del contenido matemático	4.57	0.54	100%	
C. POTENCIAL MOTIVADOR E IMPACTO EN EL APRENDIZAJE	4.71	0.33	100%	Excelente
C1. Generación de interés y compromiso	4.86	0.38	100%	
C2. Incremento de la utilidad percibida	4.57	0.54	100%	
C3. Facilitación del aprendizaje significativo	4.71	0.49	100%	
D. FACTIBILIDAD Y SOSTENIBILIDAD CONTEXTUAL	4.29	0.42	85.7%	Alta
D1. Viabilidad técnica en contexto real	4.14	0.69	71.4%	
D2. Suficiencia de la guía metodológica y talleres	4.43	0.54	85.7%	
D3. Potencial de generalización	4.29	0.49	100%	



Juicio global y recomendaciones de los expertos

Al ser consultados sobre la contribución global de la propuesta, el 100% del panel de especialistas consideró que la implementación del SMDD-RT contribuiría significativamente a mejorar la motivación y el aprendizaje de la trigonometría en la Secundaria Básica cubana. De ellos, cuatro expertos (57.1%) seleccionaron la opción “*Sí, de manera muy significativa*”, y tres (42.9%) optaron por “*Sí, de manera significativa*”. Ningún especialista manifestó reservas sustanciales o dudas sobre el potencial de la propuesta.

4. Discusión

Los resultados obtenidos en el proceso de validación del Sistema de Medios Didácticos Digitales para las Razones Trigonométricas (SMDD-RT) ofrecen elementos sustanciales para reflexionar sobre su pertinencia, calidad y viabilidad, así como para situar sus aportes en el contexto más amplio de la investigación en didáctica de la matemática y tecnología educativa. A continuación, se interpretan estos hallazgos a la luz del marco teórico que sustenta la propuesta, se analizan las implicaciones de las advertencias de los expertos, se compara el enfoque desarrollado con otras investigaciones afines y se reconocen las limitaciones del estudio.

Las altas valoraciones obtenidas en las dimensiones de Pertinencia y Coherencia Teórica (media 4.81, 100% concordancia) y Potencial Motivador e Impacto en el Aprendizaje (media 4.71, 100% concordancia) constituyen un respaldo empírico a la decisión de fundamentar el diseño del SMDD-RT en un marco teórico integrador y multidimensional. La convergencia de los especialistas en señalar la solidez de esta fundamentación sugiere que la propuesta logra superar el riesgo, frecuente en el campo de la tecnología educativa, de caer en soluciones tecnocéntricas o instrumentalistas (Area & Adell, 2021).

Específicamente, los resultados positivos en el ítem relativo a la interactividad significativa (B1, media 4.71) pueden interpretarse como una validación de la aplicación de los Principios Multimedia de Mayer (2020) y la Teoría de la Carga Cognitiva (Sweller, 2020) en el diseño de los recursos. El “Explorador Trigonométrico”, por ejemplo, materializa el principio de contigüidad espacial y temporal al presentar simultáneamente la manipulación visual del triángulo y la actualización numérica de las razones, facilitando la integración de información y reduciendo la carga cognitiva extrínseca. Asimismo, la capacidad de estos medios para ofrecer múltiples representaciones (gráfica, numérica, algebraica) de un mismo concepto responde a la necesidad, señalada por Duval (2017), de que los

estudiantes puedan transitar entre diferentes registros semióticos para lograr una comprensión profunda de los objetos matemáticos.

Por otra parte, la alta valoración del potencial motivador (dimensión C) puede entenderse como una confirmación de la pertinencia de articular, en el diseño, los principios de la Teoría de la Autodeterminación (Deci & Ryan, 2000). El “Constructor de Triángulos Especiales” promueve la autonomía al permitir que el estudiante descubra por sí mismo los valores de las razones notables; el “Identificador Rápido” refuerza la percepción de competencia mediante retroalimentación inmediata y ajustada; y la “Misión Topográfica” potencia el interés situacional y la utilidad percibida al conectar el contenido matemático con escenarios de la vida real (Eccles & Wigfield, 2002). Esta articulación consciente entre diseño instruccional y soporte motivacional constituye una de las fortalezas distintivas de la propuesta, respondiendo directamente a las dimensiones de la crisis motivacional identificada en el diagnóstico.

Como señalan Area y Adell (2021), la mera disponibilidad de recursos tecnológicos, incluso cuando están pedagógicamente bien diseñados, no garantiza su integración efectiva y duradera en las prácticas de aula. Factores como la sobrecarga laboral docente, la falta de tiempo para la planificación colaborativa, la ausencia de reconocimiento institucional a la innovación y la precariedad de la infraestructura tecnológica constituyen barreras sistémicas que frecuentemente frustran iniciativas prometedoras (Tourón et al., 2018). En este sentido, las advertencias de los especialistas no deben leerse como un cuestionamiento a la calidad intrínseca del SMDD-RT, sino como una llamada de atención sobre la necesidad de abordar estas dimensiones organizativas y de política educativa para que la propuesta pueda desplegar todo su potencial.

El enfoque de diseño adoptado, con su énfasis en la factibilidad contextual (recursos offline, bajo requerimiento técnico, guías metodológicas accesibles), constituye un esfuerzo por anticipar y mitigar algunas de estas barreras desde la génesis misma de la propuesta, siguiendo las orientaciones de Mesa Vázquez (2015) sobre la necesidad de contextualizar los medios didácticos a las condiciones reales del sistema educativo cubano. Sin embargo, como acertadamente señalan los expertos, la sostenibilidad última de la innovación depende de factores que trascienden el diseño y que requieren políticas institucionales activas: disposición de horas para la formación y el trabajo colaborativo, mantenimiento básico de la infraestructura, y mecanismos de reconocimiento y estímulo a la innovación docente. Este hallazgo refuerza



la tesis de que la transformación digital educativa es un fenómeno multidimensional que no puede reducirse a la provisión de recursos, sino que exige intervenciones coordinadas en los planos curricular, organizativo y de desarrollo profesional (UNESCO, 2021).

La comparación del SMDD-RT con otras investigaciones recientes en el campo de la enseñanza de la trigonometría permite identificar sus principales aportes y elementos de novedad. Diversos estudios han explorado el potencial de herramientas específicas como GeoGebra para la visualización de conceptos trigonométricos (Cortés & Medrano, 2020; Rojas Araujo, 2025), o han desarrollado secuencias didácticas basadas en la resolución de problemas (Ceballos Tonguino & Cuaran Culchac, 2022) o en enfoques de modelación (Gómez, 2023). Asimismo, investigaciones como las de Zamorano et al. (2020) han incursionado en el uso de interfaces tangibles, y Delgado et al. (2024) han explorado metodologías como el aula invertida.

5. Conclusiones

El desarrollo de la presente investigación, orientada al diseño y validación de un Sistema de Medios Didácticos Digitales para la enseñanza motivadora de las razones trigonométricas en noveno grado de Secundaria Básica, permite arribar a las siguientes conclusiones:

Se logró el diseño de un Sistema de Medios Didácticos Digitales (SMDD-RT) fundamentado en una sólida integración teórica que articula la Didáctica Desarrolladora, la Teoría de la Autodeterminación, el modelo TPACK, los Principios Multimedia de Mayer y el concepto de medios didácticos contextualizados. Este sistema, estructurado en cinco recursos interactivos, "Explorador Trigonométrico", "Constructor de Triángulos Especiales", "Misión Topográfica", "Identificador Rápido" y "Línea del Tiempo Interactiva", aborda de manera articulada las principales barreras motivacionales y cognitivas identificadas en el aprendizaje de la trigonometría: la alta percepción de abstracción, el bajo interés intrínseco, la escasa utilidad percibida, la frágil autoeficacia y la desconexión entre la representación geométrica y su expresión algebraica.

La validación mediante criterio de especialistas, con un panel de siete expertos de reconocida trayectoria en didáctica de la matemática, tecnología educativa y el contexto de la Secundaria Básica cubana, demostró la alta pertinencia y coherencia teórica de la propuesta (media 4.81, 100% concordancia), así como su elevado potencial

motivador e impacto esperado en el aprendizaje (media 4.71, 100% concordancia). La calidad del diseño de los medios fue valorada como muy alta (media 4.57, 95.2% concordancia), destacándose especialmente la interactividad significativa y la precisión conceptual de los contenidos. Estos resultados confirman que el SMDD-RT constituye una respuesta pedagógicamente sólida y bien fundamentada al problema de la desmotivación estudiantil en trigonometría.

La valoración de la factibilidad contextual (media 4.29, 85.7% concordancia), aunque positiva, evidenció la necesidad de prestar especial atención a las condiciones de implementación sostenible. Las advertencias de los especialistas respecto a la dependencia de la iniciativa docente y la necesidad de respaldo institucional no señalan debilidades intrínsecas del diseño, sino que apuntan a desafíos sistémicos ampliamente documentados en la literatura sobre innovación educativa con tecnologías. El enfoque de diseño adoptado, basado en principios de factibilidad contextual, recursos offline-first, bajo requerimiento técnico y acompañamiento pedagógico, constituye una respuesta proactiva a estos desafíos, pero su efectividad última dependerá de políticas institucionales que aseguren condiciones organizativas y formativas adecuadas.

Referencias bibliográficas

- Alfredo Bustamante-Noriega, C., Bryan Ramon-Tandazo, C., Esther Vergel-Parejo, E., & Mesa-Vazquez, J. (2025). Implementación efectiva de las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en el área de ciencias naturales en la educación secundaria. *593 Digital Publisher CEIT*, 10(1), 588–601. <https://doi.org/10.33386/593DP.2025.1.2887>
- Aray Andrade, C., Guerrero, Y., Montenegro, L., & Navarrete, S. (2020). La superficialidad en la enseñanza de la trigonometría en el bachillerato y su incidencia en el aprendizaje del cálculo en el nivel universitario. *Rehuso*, 5(2), 68-76.
- Area, M., & Adell, J. (2021). Tecnologías digitales y cambio educativo. Una aproximación crítica. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 19(4), 83-96. <https://doi.org/10.15366/reice2021.19.4.005>
- Arhin, J., & Hokor, E. (2021). Analysis of high school students' errors in solving trigonometry problems. *Journal of Mathematics and Science Teacher*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/11057>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.



- Bonfante Rodríguez, M., Marriaga González, C., Mesa Vazquez, J., Salgado Bustillo, P., & González Díaz, J. (2024). Gestión de la salud y la seguridad en el trabajo y las aplicaciones del Internet de las cosas. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, 35. <https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/2606>
- Cabero, J. (2020). Aportaciones desde la tecnología educativa a la transformación de la educación. En J. Cabero & J. Barroso (Coords.), *Educación y aprender en la universidad en entornos virtuales en tiempos de pandemia* (pp. 21-38). Octaedro.
- Ceballos Tonguino, L. S., & Cuaran Culchac, J. A. (2022). Disfrutando la trigonometría a través de la resolución de problemas y las matemáticas recreativas. *Universidad del Cauca*.
- Céspedes-Isaac, M., Reyes-Sánchez, G., & Mesa-Vazquez, J. (2018). El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, como alternativa para la visualización de la producción científica de la Universidad de Oriente. *Maestro y Sociedad*, 89-98. <https://maestroysoiedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/4261>
- Cortés, J., & Medrano, L. (2020). Visualización y comprensión en trigonometría: Una secuencia didáctica con GeoGebra. **Unión - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 16*(58), 177-195.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PL1104_01
- Del Rocio Tixi Cujilema, N., Paola Veloz Montenegro, C., Judith López Rodríguez, D., & Mesa Vazquez, J. (2023). Percepción de estudiantes sobre el uso de tecnologías digitales en las ciencias naturales en Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 15(6).
- Delgado, J. R., Arpi, L. C., Vivanco, C., & Rojas, L. (2024). Aula Invertida y el rendimiento académico en Trigonometría. *Revista Espacios*, 45(2), 44-60.
- Drijvers, P. (2019). Head in the clouds, feet on the ground – A realistic view on digital tools in mathematics education. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 15, 5-20. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i15.269>
- Duval, R. (2017). *Understanding the mathematical way of thinking – The registers of semiotic representations*. Springer.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132.
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36.
- Gómez, P. (2023). La enseñanza de la trigonometría más allá de la memorización: Hacia un enfoque de modelación. *Educación Matemática*, 35(1), 234-259.
- Guaján Otavalo, B. A. (2023). *La motivación en los aprendizajes de Razones Trigonométricas en el Décimo año de Educación General Básica* [Tesis de licenciatura]. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- Gutiérrez Rodríguez, A., & Fiallo Leal, J. (2009). Enseñanza de la trigonometría con ayuda de SGD. En *Geometría dinámica* (pp. 147-171). Anaya.
- Lema-Lopez, M. S., Zedeño-Chalares, M. I., & Mesa-Vazquez, J. (2024). Percepciones en el uso de herramientas ofimáticas en educación básica en el contexto ecuatoriano. *Revista Santiago*, 87-103. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/28700>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mesa Vázquez, J. (2015). *Los medios didácticos sustentados en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso de formación del profesional en Cuba* [Tesis doctoral, Universidad de Oriente].
- Mesa Vazquez, J., Escobedo Nicot, M., & Lamadrid Vallina, A. (2025). Propuesta de competencias digitales en la educación superior en Cuba, un enfoque novedoso para la formación docente | *Revista Cubana de Educación Superior*. *Revista Cubana De Educación Superior*, 44, 250-266. <https://revistas.uh.cu/rces/article/view/12199>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Rojas Araujo, J. G. (2025). Evaluación formativa y logros de aprendizaje trigonométrico con GeoGebra en la I.E. Champagnat, Cajamarca. *Revista Horizontes*, 9(37).
- Sweller, J. (2020). Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1-16.
- Tourón, J., Martín, D., Navarro, E., Pradas, S., & Íñigo, V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD). *Revista Española de Pedagogía*, 76(269), 25-54. <https://doi.org/10.22550/REP76-1-2018-02>
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. Comisión Internacional sobre los Futuros de la Educación.
- Vayas-Torres, M. E., Cadena-Escobar, G. M., Llerena-Aguilar, M. M., & Castillo-Guevara, C. J. (2024). Inteligencia Artificial y Enseñanza de Funciones Trigonométricas. *Revista Polo Científico*, 9(5).
- Vitola de la Rosa, F. T. (2023). Enseñanza y aprendizaje de la trigonometría: Un abordaje desde las investigaciones doctorales en educación matemática. *Revista Gaceta de Pedagogía*, 45, 228-253.



Zamorano Urrutia, F., Cortés Loyola, C., & Herrera Marín, M. (2020). Facilitando el aprendizaje de trigonometría a través de una interfaz tangible. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, 103, 215-232.

Zilberstein, J., & Silvestre, M. (2002). Didáctica desarrolladora desde el enfoque histórico cultural. Ediciones CEIDE.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés en cuanto al posicionamiento en el artículo ni con el contenido expuesto. De igual modo, no se presenta conflicto con ninguna institución externa ni con los financiadores.

Declaración de autoría

Greidis Len Hechavarría Marange: Conceptualización, Metodología, Investigación, Redacción - Borrador Original, Administración del proyecto.

Dalmis La Rosa Kindelan: Análisis formal, Investigación, Curación de datos, Redacción - Borrador Original, Visualización.

Jorge Mesa Vasquez: Investigación, Recursos, Redacción - Revisión y Edición, Supervisión.

