



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

**INTEGRACIÓN DE CIENCIAS APLICADAS
EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA: UNA
REFLEXIÓN PARA LA INNOVACIÓN
PEDAGÓGICA**

**INTEGRATION OF APPLIED SCIENCES IN MATHEMATICS
EDUCATION: A REFLECTION ON PEDAGOGICAL
INNOVATION**

Rafael Yamid Quintero Sánchez
Universidad de Panamá, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.19759

Integración de Ciencias Aplicadas en la Educación Matemática: Una Reflexión para la Innovación Pedagógica

Rafael Yamid Quintero Sánchez¹ing.rafaelquinteros@gmail.com<https://orcid.org/0009-0003-7500-1737>

Universidad de Panamá

Colombia

RESUMEN

Este artículo de reflexión analiza la integración de las ciencias aplicadas topografía, geomática y astronomía como estrategias didácticas para contextualizar la educación matemática en los niveles de básica secundaria y media. Partiendo de la premisa de que la enseñanza tradicional de las matemáticas suele resultar abstracta y desconectada de aplicaciones prácticas, se propone un marco pedagógico que aprovecha el potencial de estas disciplinas para fomentar la participación cognitiva, el razonamiento espacial y la resolución de problemas en contextos reales. Mediante una síntesis reflexiva de literatura, se examinan los beneficios documentados de dicha integración, los desafíos inherentes a su implementación, como la falta de recursos, la necesidad de formación docente y la rigidez curricular, y las perspectivas futuras para su escalabilidad. El artículo concluye que la incorporación estratégica de las ciencias aplicadas no solo enriquece la experiencia de aprendizaje matemático, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar problemas complejos e interdisciplinarios del mundo contemporáneo. Se finaliza con recomendaciones para educadores, diseñadores de currículo e investigadores, subrayando la importancia del desarrollo profesional docente, la colaboración interdisciplinaria y la adopción de tecnologías emergentes, en línea con los paradigmas educativos del siglo XXI.

Palabras clave: ciencias aplicadas, educación matemática, topografía, geomática, estrategias didácticas

¹ Autor principal

Correspondencia: ing.rafaelquinteros@gmail.com

Integration of Applied Sciences in Mathematics Education: A Reflection on Pedagogical Innovation

ABSTRACT

This reflective article analyzes the integration of the applied sciences of surveying, geomatics, and astronomy as teaching strategies to contextualize mathematics education at the junior high and high school levels. Based on the premise that traditional mathematics teaching is often abstract and disconnected from practical applications, a pedagogical framework is proposed that harnesses the potential of these disciplines to promote cognitive engagement, spatial reasoning, and problem solving in real-world contexts. Through a reflective synthesis of the literature, the documented benefits of such integration are examined, as are the challenges inherent in its implementation, such as lack of resources, the need for teacher training, and curricular rigidity, and the future prospects for its scalability. The article concludes that the strategic incorporation of applied sciences not only enriches the mathematical learning experience but also prepares students to face complex and interdisciplinary problems in the contemporary world. It ends with recommendations for educators, curriculum designers, and researchers, emphasizing the importance of teacher professional development, interdisciplinary collaboration, and the adoption of emerging technologies, in line with 21st-century educational paradigms.

Keywords: applied sciences, mathematics education, surveying, geomatics, teaching strategies

*Artículo recibido 11 agosto 2025
Aceptado para publicación: 13 setiembre 2025*



INTRODUCCIÓN

La educación matemática se encuentra en una encrucijada en el panorama educativo actual. A pesar de su reconocida importancia para el desarrollo del razonamiento lógico y las competencias científicas, continúa enfrentándose a desafíos persistentes que afectan tanto a educadores como a estudiantes. Tradicionalmente, las matemáticas se han enseñado como una disciplina aislada, con un fuerte énfasis en la memorización de procedimientos y la manipulación simbólica, a menudo desconectada de las aplicaciones prácticas que le confieren relevancia y significado (López et al., 2024; Villalba et al., 2024). Esta desconexión ha generado una percepción generalizada de las matemáticas como una materia abstracta y sin utilidad real, lo que conduce a un desinterés generalizado y ansiedad entre los estudiantes (Ashcraft, 2002; Ramirez et al., 2018).

Frente a este escenario, surge la integración de las ciencias aplicadas como una vía para revitalizar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Disciplinas como la topografía, la geomática y la astronomía ofrecen marcos contextualizados donde los conceptos matemáticos abstractos encuentran utilidad y significado, facilitando así un aprendizaje significativo (Romo et al., 2021; Silva et al., 2022). Este enfoque se ajusta a las teorías constructivistas y de aprendizaje situado, que enfatizan la importancia de fijar el conocimiento en experiencias reales y socialmente mediadas (Lave y Wenger, 1991; Jonassen, 1999).

La pregunta que guía esta reflexión es: ¿Cómo pueden las ciencias aplicadas, en particular la topografía, la geomática y la astronomía, cambiar la pedagogía matemática para mejorar la participación estudiantil, la comprensión conceptual y el desarrollo de habilidades cognitivas en el contexto de la educación secundaria y media? Para responderla, este artículo adopta un enfoque reflexivo, extractando hallazgos y analizando las implicaciones pedagógicas de esta integración. Se argumenta que las ciencias aplicadas actúan como facilitadoras de un cambio de paradigma, desplazando el foco desde un aprendizaje descontextualizado hacia uno experimental, orientado a la resolución de problemas genuinos (Gallardo et al., 2017; Godino, 2021), esencial para la formación de ciudadanos capaces de enfrentar los cambiantes desafíos de este siglo (Trilling y Fadel, 2009).

El artículo se estructura en cuatro secciones principales. Primero, se explora el fundamento teórico que sustenta la integración de cada ciencia aplicada (topografía, geomática, astronomía) en el currículo



matemático, revisando los marcos conceptuales y la literatura relevante. Segundo, se realiza un análisis reflexivo de los beneficios documentados para la participación y comprensión estudiantil, así como de los desafíos prácticos de implementación, proponiendo soluciones basadas en evidencia empírica. Tercero, se presentan y discuten estudios de caso e implementaciones reales que ilustran tanto el potencial como las limitaciones de este enfoque en diversos contextos educativos. Finalmente, se discuten las perspectivas futuras y se ofrecen recomendaciones para la investigación y la práctica educativa, enfatizando la coordinación entre tecnología, pedagogía y formación docente en el marco de la educación STEAM.

DESARROLLO

Fundamentos teóricos: topografía, geomática y astronomía en diálogo con las matemáticas

La integración de las ciencias aplicadas en la educación matemática requiere una base teórica que justifique su valor pedagógico y guíe su implementación. Esta sección desglosa los fundamentos conceptuales de la topografía, la geomática y la astronomía, destacando su potencial para enriquecer el aprendizaje matemático desde perspectivas complementarias.

Topografía: puente entre la geometría Abstracta y el Espacio Físico

La topografía, definida como la ciencia de la medición y representación de la superficie terrestre, ofrece un contexto conveniente para aplicar conceptos geométricos, trigonométricos y de cálculo. Su integración en el aula trasciende la simple aplicación de fórmulas; se trata de una actividad cognitiva que demanda razonamiento espacial, visualización y resolución de problemas en entornos reales (Vázquez y Chávez, 2018; Mejía y Vázquez, 2021). Como señala Covián (2015), la topografía sirve como una "interfaz" entre las abstracciones matemáticas y el mundo físico tangible, permitiendo a los estudiantes "ver" y "tocar" la geometría inherente al espacio que habitan.

Teóricamente, esta integración se sustenta en el aprendizaje experiencial (Kolb, 1984) y el constructivismo (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). Los estudiantes no reciben conocimiento de forma pasiva, sino que lo construyen activamente al interactuar con su entorno, medir distancias, calcular áreas irregulares y crear representaciones cartográficas. Duval et al. (2019) demostraron cómo actividades como el "Juego de la Carta Topográfica" fusionan elementos lúdicos, matemáticos y artísticos, facilitando una comprensión integradora de conceptos como escala, proporción y coordenadas a través



de la experiencia directa.

Investigaciones realizadas respaldan el potencial mencionado. Covián y Romo (2017) destacan cómo los proyectos topográficos, al estar basados en problemas reales, fomentan un aprendizaje inclusivo y adaptado a diversos estilos y capacidades. Por su parte, Pedroso (2016) identificó que las actividades topográficas fortalecen las habilidades de visualización espacial, competencias importantes para el éxito no solo en matemáticas avanzadas sino en diferentes campos STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) (Uttal et al., 2013). León et al. (2018) añaden que el interés didáctico de la topografía radica en su capacidad para enriquecer la construcción social del conocimiento matemático escolar, conectando saberes formales con prácticas culturales y comunitarias.

El desarrollo profesional de profesores es prioritario para esta integración. Vázquez y Chávez (2018) enfatizan la necesidad de diseñar programas de formación, tanto presenciales como en línea, que doten a los educadores de las competencias necesarias para diseñar e implementar actividades didácticas que aprovechen el potencial de la topografía para enseñar matemáticas de manera significativa, superando la barrera de lo puramente instrumental.

Geomática: visualización de datos y pensamiento computacional en la era digital

La geomática, o ciencia geoespacial, engloba tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la teledetección, el GPS y la cartografía digital. Su valor didáctico en el siglo XXI es indiscutible, residiendo en su capacidad para transformar grandes volúmenes de datos en visualizaciones interactivas, dinámicas y comprensibles, promoviendo así la alfabetización de datos y el pensamiento computacional entre los estudiantes (Villalba y Carrillo, 2024; Barona, 2023; National Research Council [NRC], 2006).

El marco teórico aquí se vincula con la cognición situada (Lave y Wenger, 1991) y el aprendizaje basado en problemas (ABP) (Barrows, 1996). Los SIG y otras herramientas geomáticas permiten a los estudiantes abordar problemas complejos del mundo real, como el análisis de patrones de expansión urbana, la modelización de los impactos del cambio climático, la optimización de rutas de transporte o la gestión sostenible de recursos naturales, aplicando directamente herramientas estadísticas, algebraicas y geométricas (López et al., 2024). Romo et al. (2021) demostraron que el ABP facilitado por herramientas geomáticas mejora las habilidades analíticas y de resolución de problemas, así como la capacidad de trabajar colaborativamente.



Además, la geomática fomenta un aprendizaje interdisciplinario. Silva y Jefferson (2022) argumentan que, al trabajar con datos geoespaciales para resolver problemas, los estudiantes comprenden la interconexión entre matemáticas, ciencias naturales, tecnología, ingeniería e incluso ciencias sociales y humanidades. Este enfoque integrador se alinea con los paradigmas educativos modernos que privilegian la integración STEAM, preparando a los estudiantes para un mercado laboral que valora la capacidad de analizar, interpretar y tomar decisiones basadas en información espacial (Campo y Molina, 2021; English, 2016).

Barona (2023) analiza el impacto relacional de las matemáticas en entornos educativos enriquecidos con tecnología, destacando que la geomática ofrece un contexto propicio para desarrollar el pensamiento relacional y sistémico, ya que obliga a considerar múltiples variables y sus interacciones dentro de un sistema espacial. Contreras (2021), por su parte, explora los marcos para una educación STEAM transdisciplinar, donde la geomática actúa como un eje articulador natural entre las matemáticas, las ciencias de la tierra y la tecnología digital, facilitando la creación de proyectos integrados que reflejan la complejidad del mundo real.

Astronomía: contextualizando la trigonometría y el cálculo en la inmensidad del cosmos

La astronomía proporciona un contexto interesante y de gran escala para explorar conceptos matemáticos avanzados, particularmente trigonometría, cálculo y álgebra. El movimiento de los cuerpos celestes, el cálculo de distancias interestelares mediante paralaje, la predicción de fenómenos como los eclipses o las órbitas de cometas, son aplicaciones naturales que demuestran el poder predictivo y explicativo de las matemáticas (Godino, 2021; Comisión 46 de la IAU para la Enseñanza de la Astronomía, 2019).

Teóricamente, la astronomía aprovecha la curiosidad innata por el universo para generar motivación intrínseca y asombro, elementos indispensables para el aprendizaje participativo (Fredricks et al., 2004). Gallardo et al. (2017) sugiere que este contexto permite integrar varias teorías y conceptos de manera coherente, creando una experiencia de aprendizaje más completa. La observación astronómica, ya sea mediante telescopios, datos de observatorios virtuales o simulaciones en software, desafía a los estudiantes a formular hipótesis, recopilar datos, construir modelos matemáticos y validarlos, desarrollando así un pensamiento crítico y científico (López et al., 2024; Bybee, 2011).



Proyectos educativos que utilizan software de planetario (Stellarium) u organizan observaciones nocturnas guiadas (Silva et al., 2022) han demostrado ser efectivos para mejorar la comprensión de funciones trigonométricas (seno, coseno para medir distancias), conceptos de cálculo diferencial (derivadas para estudiar movimientos) y álgebra vectorial. Los estudiantes pasan de manipular símbolos abstractos en un tablero a comprender su papel en la descripción y exploración del cosmos, una experiencia que, como señala Contreras (2021), puede tener un impacto duradero en su percepción de la relevancia y majestuosidad de las matemáticas.

Melo (2020), en sus estudios sobre la integración de ciencias básicas con enfoque STEM, encontró que la astronomía era uno de los contextos más propicios para generar interés genuino en las matemáticas entre estudiantes de educación media, superando incluso a otras aplicaciones tecnológicas como la robótica en cuanto a su capacidad para inspirar vocaciones científicas, debido al poder evocador y la escala enorme de sus objetos de estudio.

Análisis reflexivo: beneficios, desafíos y soluciones

La implementación de las ciencias aplicadas en la educación matemática, pese a su capacidad transformadora, no está exenta de desafíos. Un análisis honesto debe considerar de manera integral tanto los beneficios documentados como las barreras prácticas, proponiendo a su vez soluciones viables y basadas en evidencia para los educadores y responsables políticos.

Beneficios para la Participación, la Comprensión y el Desarrollo de Competencias

La literatura internacional y nacional es consistente en reportar una serie de beneficios asociados a esta integración, que trascienden el mero rendimiento académico para adentrarse en el dominio afectivo y el desarrollo de competencias contemporáneas.

Primero, se observa un aumento en la motivación, el interés y la disminución de la ansiedad matemática (López e Hidalgo, 2024). La conexión tangible con aplicaciones reales (cartografiar el patio de la escuela con drones, analizar datos de contaminación lumínica local, calcular la trayectoria de un asteroide cercano) rompe la barrera de la abstracción, haciendo que el aprendizaje sea percibido como relevante y atractivo (Romo et al., 2021; Middleton y Jansen, 2011). Chaves (2023) demostró cómo la implementación de estrategias didácticas basadas en aprendizaje colaborativo y activo, como los juegos de roles en ingeniería topográfica, aumentaba la motivación intrínseca de los estudiantes al situarlos en



un escenario profesional simulado.

Segundo, existe evidencia de mejora en el rendimiento académico y la comprensión conceptual. Estudios como los de Silva y Jefferson (2022) muestran que los estudiantes que participan en proyectos de ciencias aplicadas desarrollan una comprensión más robusta de los conceptos subyacentes y obtienen mejores resultados en evaluaciones estandarizadas, especialmente en áreas de geometría, trigonometría y resolución de problemas. Meza et al. (2018) destacan que el uso de herramientas tecnológicas modernas en topografía facilita la asimilación de conceptos matemáticos complejos. Este aprendizaje se debe a que los estudiantes deben movilizar sus conocimientos en contextos novedosos, reforzando las conexiones neuronales y la retención a largo plazo (Hattie, 2009).

Tercero, estas estrategias promueven de manera inherente el desarrollo de habilidades de orden superior y aprendizaje significativo. Al enfrentar problemas complejos del mundo real, los estudiantes ejercitan de manera constante habilidades como el pensamiento crítico, el análisis, la síntesis, la evaluación y la metacognición (Contreras, 2021). Además, fomentan la colaboración interdisciplinaria, tanto entre estudiantes como entre docentes, enriqueciendo el entorno educativo y modelando el trabajo en equipo necesario en la vida profesional (Campo y Molina, 2021; Dede, 2010). Caycho Villegas (2019) encontró que los ejercicios de topografía mejoraban específicamente la capacidad de los estudiantes para resolver problemas triangulares, una habilidad geométrica básica, al aplicar directamente la ley de senos y cosenos en un contexto tangible.

Desafíos de Implementación y Consideraciones Prácticas

A pesar de los beneficios evidentes y documentados, los educadores enfrentan obstáculos considerables que pueden dificultar o impedir una implementación exitosa:

Falta de recursos, infraestructura y acceso a tecnología: El acceso a equipos especializados (teodolitos, estaciones totales, telescopios, drones, licencias de software SIG profesional) es limitado o nulo en muchas instituciones, especialmente en contextos rurales, de bajos recursos o en países en desarrollo (Villalba et al., 2024; Contreras, 2021). Esta brecha digital y de recursos crea una desigualdad en las oportunidades de aprendizaje, profundizando las disparidades educativas.

Preparación y formación docente insuficiente: Este es quizás el desafío crítico. Muchos educadores no se sienten capacitados o confiados para integrar estas disciplinas especializadas en su enseñanza.



Carecen de conocimiento de contenido pedagógico (PCK) para las ciencias aplicadas, requiriendo desarrollo profesional continuo, específico y práctico, no solo teórico (Barona, 2023; Romo et al., 2021; Mishra y Koehler, 2006). Sin esta formación, la integración puede volverse superficial o errónea.

Rigidez curricular, presión por estandarización y falta de tiempo: Los currículos tradicionales, sobrecargados de contenidos, y las presiones de las pruebas estandarizadas a menudo dejan poco espacio, flexibilidad o tiempo para la innovación y la implementación de proyectos interdisciplinarios (Melo, 2020; Darling, 2010). Los docentes se sienten obligados a "cumplir con el programa" en detrimento de experiencias de aprendizaje significativas.

Desafíos de alineación y evaluación: Diseñar actividades que se alineen con los objetivos de aprendizaje curriculares tradicionales y, al mismo tiempo, desarrollar instrumentos de evaluación que capturen adecuadamente las habilidades complejas desarrolladas (razonamiento espacial, colaboración, pensamiento crítico, creatividad) representa otro desafío no menor (Godino, 2021; Wiggins, 1990). Evaluar el proceso y el producto de un proyecto topográfico requiere criterios diferentes a los de un examen tradicional.

Resistencia al cambio y culturas institucionales tradicionales: La implementación de cualquier innovación educativa puede encontrar resistencia por parte de docentes, administradores o incluso padres de familia acostumbrados a métodos de enseñanza tradicionales y familiarizados con ellos (Fullan, 2007). El cambio puede ser percibido como una amenaza o una carga adicional.

Soluciones y Estrategias Propuestas desde la Literatura

Frente a estos desafíos, la literatura propone una serie de soluciones y estrategias viables:

Alianzas estratégicas y aprovechamiento de recursos de bajo costo: Colaborar de forma sistemática con universidades, empresas locales, colegios, organismos gubernamentales (institutos geográficos, observatorios astronómicos, agencias espaciales) puede facilitar el acceso a recursos, experiencia, tutoría y oportunidades de aprendizaje fuera del aula (Gallardo et al., 2017). Simultáneamente, se puede recurrir a herramientas gratuitas o de código abierto (QGIS, Stellarium, Google Earth Pro), simulaciones virtuales, apps para smartphones (que incluyen sensores de gran utilidad) y materiales de bajo costo (brújulas, clinómetros caseros, cintas métricas) para mitigar la falta de recursos físicos costosos, haciendo las actividades más escalables y accesibles (Allende et al., 2024; Del Castillo, 2017).



Desarrollo profesional docente continuo y contextualizado: Implementar talleres prácticos, comunidades de aprendizaje profesional (PLCs), pasantías y programas de tutoría entre pares, enfocados no solo en el uso técnico de las herramientas, sino en su integración pedagógica dentro del currículo de matemáticas (Chaves, 2023; Vázquez y Chávez, 2018; Guskey, 2002). Este desarrollo debe ser permanente y ofrecer apoyo continuo, creando una red de educadores que compartan mejores prácticas.

Flexibilización curricular, defensa y diseminación de evidencias: Los educadores, investigadores y líderes pedagógicos deben abogar de manera colectiva por currículos más flexibles, por competencias y con espacios dedicados a proyectos interdisciplinarios. Demostrar el impacto positivo de estas estrategias mediante investigación-acción, estudios de caso bien documentados y la difusión de sus resultados puede ser persuasivo para los tomadores de decisiones a nivel institucional y ministerial (León et al., 2018; Hargreaves y Fullan, 2012).

Diseño de evaluaciones contextualizadas y por portafolios: Desarrollar instrumentos de evaluación que vayan más allá de los exámenes tradicionales, incorporando rúbricas para evaluar proyectos, presentaciones, portafolios digitales, informes técnicos y la capacidad de trabajo colaborativo, que reflejen mejor las habilidades que se busca desarrollar (Wiggins, 1990; Villegas et al., 2016). La evaluación debe ser parte integral del proceso de aprendizaje.

Gestión del cambio y construcción de culturas colaborativas: Es importante gestionar el proceso de cambio de manera sensible, involucrando a todos los actores (docentes, estudiantes, padres, administradores), comunicando la visión y los beneficios, y fomentando una cultura institucional que valore la experimentación, la colaboración interdisciplinaria y la innovación pedagógica (Fullan, 2007; DuFour y Eaker, 1998). El liderazgo escolar es clave para crear un entorno seguro para la innovación.

Estudios de caso y lecciones desde la práctica en diversos contextos

Para ilustrar los beneficios y desafíos analizados en la sección anterior, el examen de implementaciones concretas en diversos contextos ofrece lecciones representativas, proporcionando perspectivas sobre qué funciona, bajo qué condiciones y cuáles son los obstáculos más comunes. El análisis de estudios de caso revela patrones de éxito y desafíos recurrentes, pero también la enorme creatividad desplegada por los educadores.

En contextos rurales y de recursos limitados, los proyectos a menudo se adaptan admirablemente para



aprovechar el entorno local. Mejía y Vázquez (2021) documentaron un proyecto representativo en una escuela rural multigrado en Colombia. Los estudiantes utilizaron técnicas topográficas simples y de bajo costo (brújulas, cintas métricas, clinómetros artesanales) para modelizar el terreno de su comunidad, calcular áreas de cultivo y diseñar propuestas para un sistema de riego más eficiente. Este proyecto no solo mejoró su comprensión de la geometría y la trigonometría, sino que también fortaleció su sentido de pertenencia y relevancia cultural, al abordar un problema de su contexto inmediato. El éxito se atribuyó al diseño didáctico que conectó las justificaciones matemáticas con una necesidad comunitaria sentida, demostrando el poder de la contextualización.

En entornos urbanos con mejor acceso a tecnología, las implementaciones suelen incorporar herramientas digitales. Barranco (2021) implementó el uso del software GeoGebra de manera complementaria a actividades topográficas en un instituto español. El estudio encontró mejoras en el aprendizaje matemático, pero resaltó un hallazgo: la importancia de la secuencia didáctica. La tecnología sirvió como un "puente digital" para visualizar y simular conceptos abstractos (curvas de nivel, perfiles topográficos) *antes* de salir al campo, preparando cognitivamente a los estudiantes y enriqueciendo la experiencia práctica posterior. Esto evitó que la salida de campo se convirtiera en una mera actividad recreativa sin conexión con los aprendizajes conceptuales, ilustrando el principio de complementariedad entre lo virtual y lo concreto.

Un desafío recurrente, especialmente en países en desarrollo, es la brecha digital y la falta de capacitación técnica continua. Bustamante y Huacho (2024), en su estudio en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (Perú), encontraron que, aunque se introdujeron TIC en la enseñanza de la topografía, su impacto en el aprendizaje fue limitado y no concluyente. La razón principal identificada fue la falta de un programa de desarrollo docente paralelo que apoyara la integración pedagógica de estas tecnologías. Los instructores carecían de la formación para ir más allá del uso instrumental básico del software, y por lo tanto no pudieron diseñar actividades que aprovecharan todo su potencial didáctico. Este caso subraya que la tecnología por sí sola no es una panacea; debe ir acompañada de una inversión masiva en capital humano docente para que su integración sea significativa.

Por otro lado, proyectos como el descrito por Villegas et al. (2016) en Cuba demostraron el poder del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la asignatura de Topografía. Al presentar a los estudiantes



problemas reales de ingeniería desde el primer día, se generó una necesidad de aprender los conceptos matemáticos y técnicos requeridos para resolverlos, aumentando la motivación y la retención de conocimientos. Los estudiantes no aprendían conceptos aislados para un examen futuro, sino que los adquirían como herramientas necesarias para avanzar en la solución de un desafío concreto, invirtiendo así la lógica tradicional de la instrucción.

La lección principal que surge de la diversidad de casos es que no existe una "receta única" o modelo estándar para el éxito. La efectividad depende de la adaptación al contexto local, la creatividad pedagógica para superar limitaciones de recursos, la construcción de comunidades de práctica entre educadores que compartan experiencias y recursos (Silva y González, 2021), y sobre todo, de la capacidad del docente para diseñar experiencias de aprendizaje que sean significativas para sus estudiantes (Wolf y Ghilani, 2015; Shulman, 1986). La figura del docente como diseñador de experiencias y mediador del conocimiento toma mayor relevancia.

Perspectivas futuras y conclusiones

El futuro de la integración de las ciencias aplicadas en la educación matemática es desafiante, pero su realización plena depende de acciones estratégicas y sistemáticas en varias direcciones. El ritmo acelerado de la innovación tecnológica y las demandas de la sociedad contemporánea hacen de esta integración no solo una opción pedagógica deseable, sino una necesidad educativa imperante.

Perspectivas futuras y áreas de desarrollo:

Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada (RA) como habilitadores: La IA tiene el potencial de personalizar el aprendizaje en proyectos de ciencias aplicadas, ofreciendo retroalimentación adaptativa, generando problemas personalizados basados en el contexto local del estudiante o incluso actuando como un tutor inteligente durante las actividades de campo (Baker, 2016). La RA, por su parte, puede superponer capas de información matemática y científica sobre el mundo físico a través de dispositivos móviles o gafas especiales (visualizar vectores de fuerza sobre una estructura, ver curvas de nivel superpuestas en el terreno, observar las órbitas planetarias en el cielo), creando experiencias de aprendizaje inmersivas y de alto impacto sin necesidad de equipo costoso tradicional (Wu et al., 2013; Allende Prieto et al., 2024). Estas tecnologías pueden democratizar el acceso a experiencias que antes eran logísticamente imposibles.



Énfasis en la Equidad y la Justicia Social: La investigación y la práctica futuras deben priorizar el desarrollo y la propagación de modelos escalables, de bajo costo y culturalmente relevantes que cierren la brecha de recursos entre diferentes contextos socioeconómicos y geográficos (Covián y Romo, 2017; Gutiérrez, 2018). La integración de las ciencias aplicadas no puede convertirse en un privilegio de las escuelas más ricas; debe ser una herramienta para generalizar el acceso a una educación matemática de calidad y significativa para todos, utilizando el entorno como el principal recurso pedagógico.

Investigación Interdisciplinaria sistemática: Se necesitan con urgencia más estudios longitudinales, de métodos mixtos y comparativos que evalúen el impacto de estas integraciones. Esto incluye no solo el rendimiento en matemáticas estandarizadas, sino también su efecto en habilidades blandas (colaboración, comunicación, creatividad), actitudes hacia la ciencia y la tecnología, elecciones profesionales a largo plazo, y el desarrollo de una identidad positiva como aprendiz de matemáticas (Boaler, 2016; González y Graus, 2020). Esta evidencia es indispensable para convencer a los escépticos y guiar las inversiones en políticas educativas.

Políticas Públicas y Curriculares Informadas: Es necesario que los hallazgos de la investigación educativa informen el diseño de políticas públicas y marcos curriculares nacionales. Estos deben promover la interdisciplinariedad, destinar recursos para la formación docente y la adquisición de tecnologías básicas, y crear espacios curriculares dedicados a proyectos aplicados (English, 2016; ITEA, 2007). Sin este respaldo, los esfuerzos de integración seguirán dependiendo de la iniciativa individual de algunos docentes.

CONCLUSIONES

La integración de la topografía, la geomática y la astronomía en la educación matemática representa más que una simple estrategia didáctica novedosa o una moda pasajera; constituye un imperativo pedagógico para sociedad actual. Este enfoque responde de manera directa a la necesidad de formar estudiantes que sean no solo consumidores pasivos de fórmulas y algoritmos, sino pensadores críticos, solucionadores de problemas, creativos, colaboradores y ciudadanos informados y capaces de comprender, analizar y actuar sobre el mundo complejo e interconectado que los rodea.

Como se ha argumentado a lo largo de este artículo, estas ciencias aplicadas proporcionan contextos reales motivadores y cognitivamente ricos donde las matemáticas dejan de ser un fin en sí mismas para



convertirse en un lenguaje y una herramienta indispensable para entender y transformar la realidad. Permiten materializar conceptos abstractos, fomentando un aprendizaje significativo que perdura más allá del examen final.

Si bien los desafíos de implementación exigentes e involucran varias facetas, desde la persistente falta de recursos hasta la necesidad de formación docente especializada, las soluciones existen y son viables. Pasan necesariamente por la colaboración estratégica entre todos los actores del sistema educativo, por la creatividad pedagógica para maximizar los recursos disponibles, por la defensa basada en evidencia y por el uso inteligente de las tecnologías emergentes como facilitadoras de experiencias de aprendizaje accesibles y de alto impacto.

El llamado final, es a la acción concertada para un fin común. Investigadores, diseñadores de políticas, formadores de docentes, líderes escolares y educadores en la primera línea deben trabajar de la mano para construir puentes sólidos y permanentes entre las disciplinas, desarrollar recursos abiertos y accesibles, diseñar programas de desarrollo profesional eficientes y abogar por currículos flexibles que faciliten el aprendizaje interdisciplinario y experimental. Solo mediante este esfuerzo colectivo y constante se podrá materializar el potencial transformador de las ciencias aplicadas para mejorar la educación matemática, inspirar a una nueva generación de aprendices y prepararlos para navegar y dar forma a los desafíos y oportunidades del futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allende Prieto, C., Roces García, J., & Sañudo Fontaneda, L. Á. (2024). *Una mirada hacia el futuro.*

Herramienta Interactiva para la Estimación y Análisis de Errores en Topografía. Una mirada hacia la Universidad del futuro. Universidad de Oviedo, Servicio de Publicaciones.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=986381>

Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181-185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>

Baker, R. S. (2016). Stupid tutoring systems, intelligent humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 600-614. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0105-0>



- Barona, A. C. M. (2023). Relacionado de las matemáticas en la educación preescolar y educación primaria. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 7(6), 46.
https://doi.org/10.37811/el_rcm.v7i6.9212
- Barranco Ontiveros, M. L. (2021). *Influencia del uso de GeoGebra y de la realización de actividades matemáticas en contexto real sobre el aprendizaje matemático en alumnado de secundaria* [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. Helvia.
<https://repositorio.ual.es/handle/10835/13822>
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Bustamante Mamani, M., & Huacho Puma, P. (2024). Uso de las TIC y el aprendizaje de topografía en estudiantes de la carrera de Topografía, UNSAAC, Cusco 2023. Tesis UNSAAC.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding *A Framework for K-12 Science Education*. *Science Teacher*, 78(4), 34.
- Campo, J. R. S., & Molina, M. K. R. (2021). Enfoque STEAM, integración de las ciencias para el desarrollo de la educación rural. *Acta Scientiæ Informaticæ*, 5(5), 5-5.
<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/asinf/article/view/2721>
- Caycho Villegas, E. F. (2019). *Ejercicios de topografía en el aprendizaje de la resolución de triángulos en los estudiantes del quinto grado de educación secundaria en el Colegio Marianista, Villa María del Triunfo* [Tesis de maestría, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio USIL.
<https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/71214ef5-8332-4aa5-b966-bbb7cc62d50f>
- Chaves Chaves, E. (2023). Implementación de una estrategia didáctica basada en el aprendizaje colaborativo y activo en Ingeniería Topográfica: juego de roles. *Revista Educación*, 47(1), 1-29. <https://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51837>
- Contreras, O. (2021). *Educación steam: integración transdisciplinaria curricular en la enseñanza de las matemáticas, ciencias, tecnología y artes en la educación media* [Tesis doctoral, Universidad de Barcelona].



- Covián Chávez, O. (2015). *Análisis del contexto topográfico para el diseño de actividades didácticas para el bachillerato. Sistema Gestor de Conferencias CIAEM*, [XIV Conferencia Interamericana de Educación Matemática], (Tuxtla Gutiérrez, México).
- Covián Chávez, O., & Romo Vázquez, A. (2017). Matemáticas para la vida. Una propuesta para la profesionalización docente de profesores de matemáticas. *Innovación educativa (México, DF)*, 17(73), 17-47. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179450594002>
- Darling-Hammond, L. (2010). *The flat world and education: How America's commitment to equity will determine our future*. Teachers College Press.
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. In J. Bellanca & R. Brandt (Eds.), *21st century skills: Rethinking how students learn* (pp. 51-76). Solution Tree Press.
- Del Castillo Vargas, E. E. (2017). *Implementación de una propuesta didáctica para contribuir a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de la cátedra de astronomía en el programa de Topografía de la Facultad de Tecnologías de la Universidad del Tolima* [Tesis de maestría, Universidad del Tolima]. Repositorio UT.
- Duval, V. S., Ybarra Alcaráz, G. V., Casado, A., & Berón de la Puente, F. J. (2019). El juego de la Carta Topográfica: un recurso didáctico para la enseñanza de la cartografía desde la Geografía. *Revista del Instituto de Geografía de la UNNE*, 16(31), 46-54. <https://doi.org/10.30972/geo.16313599>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press.
- Gallardo Pérez, H. J. Vergel Ortega, M, Villamizar Araque, F.Y. (2017). Investigación intervención y enfoque multimétodo en ciencias humanas y educación matemática. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 9(2), 85-96. <https://doi.org/10.22335/rict.v9i2.458>



- Godino, J. D. (2021). De la ingeniería a la idoneidad didáctica en educación matemática. *Revemop*, 3, e202129. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202129>
- González, A. C., & Graus, M. E. G. (2020). Medios de enseñanza y aprendizaje para la Geometría en la formación de profesores de Matemática. *Didasc@lia: didáctica y educación*, 11(2), 289-313. <https://doi.org/10.4312/didascalía.v11i2.291-315>
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching*, 8(3), 381-391. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/967>
- Gutiérrez, R. (2018). The need to rehumanize mathematics. In I. Goffney & R. Gutiérrez (Eds.), *Rehumanizing mathematics for Black, Indigenous, and Latinx students* (pp. 1-10). National Council of Teachers of Mathematics.
- Hargreaves, A., & Fullan, M. (2012). *Professional capital: Transforming teaching in every school*. Teachers College Press.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- International Technology Education Association (ITEA). (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology* (3rd ed.). Author.
- Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (Vol. II, pp. 215-239). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- León-Mantero, C. M., Maz-Machado, A., Madrid, M. J., & Jiménez-Fanjul, N. (2018). Estrategias didácticas en libros de matemáticas españoles del siglo XIX: los tratados elementales de Juan Cortázar. *Unión-Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 14(52). <https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/337>



- López-Bermúdez, F. L., Hidalgo-Hidalgo, W. A., Medrano-Freire, E. L., & Barba-López, R. A. (2024). Las matemáticas aplicadas como herramienta para la resolución de problemas de la ciencia y la sociedad. *MQRInvestigar*, 8(4), 7408-7421.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.4.2024.7408-7421>
- Maz-Machado, A., & Rico, L. (2015). Principios didácticos en textos españoles de matemáticas en los siglos XVIII y XIX. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 18(1), 49-76. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1812>
- Melo Niño, D. S. (2020). *Integración de las ciencias básicas en educación media con enfoque STEM en robótica comparada con una metodología tradicional de enseñanza* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC].
- Mejía, M. Á. R., & Vázquez, A. R. (2021). Propuesta didáctica basada en modelización matemática para el aula multigrado. El caso de la topografía. *Quintaesencia*, 12(1), 54-61.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9119208>
- Meza Cabrera, W. G., Eras Guamán, C. A., & Villegas, I. T. (2018). El Uso de Herramientas Tecnológicas Modernas en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Topografía. *Opuntia Brava*, 10(1). <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/203>
- Middleton, J. A., & Jansen, A. (2011). *Motivation matters and interest counts: Fostering engagement in mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- 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>
- National Research Council. (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*. The National Academies Press.
- Pedroso Martínez, M. (2016). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Topografía II y la contribución de la integración numérica* [Tesis doctoral, Universidad de Matanzas]. Repositorio UH.



- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145-164.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Romo, V., García, W. A. M., Zúñiga, K. M., & Landin, A. L. C. (2021). Metodología del aprendizaje basado en problemas aplicada en la enseñanza de las Matemáticas. *Serie científica de la universidad de las ciencias informáticas*, 14(3), 142-155.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590453>
- Silva, M., González, L. E. A., & Guerrero, I. M. A. (2021). Sugerencias metodológicas para utilizar el polígono patrón en las clases prácticas de la asignatura Topografía. *Revista Científica de FAREM-Esteli: Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*, (37), 221-243.
<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Cientifica/es/article/view/2120>
- Silva-Hormazábal, M., Jefferson, R. S., Alsina, Á., & Salgado, M. (2022). Integrando matemáticas y ciencias: una actividad STEAM en Educación Primaria. *UNIÓN-Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 18(66). <https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1412>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin*, 139(2), 352–402. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- Vázquez, A. R., & Chávez, O. N. C. (2018). Desarrollo profesional de profesores de matemáticas en la modalidad en línea y a distancia. El caso de un curso para el diseño de actividades didácticas. *Journal of Research in Mathematics Education*, 7(1), 69-92.
<https://doi.org/10.17583/redimat.2018.2016>
- Villegas, I. T., Colombo, K. F., & Torres, L. C. (2017). El Aprendizaje Basado en Problemas: una Propuesta Didáctica en la Enseñanza de la Topografía: Learning Based On Problems Solving: a Didactic Proposal for Learning Typography. *Opuntia Brava*, 9(3), 163-177.



- Villalba, W. O. A., Carrillo, M. D. J. M., Basantes, S. F. C., & Jaya, H. G. A. (2024). Educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en la educación básica: integración curricular y efectividad, una revisión desde la literatura. *Polo del Conocimiento*, 9(2), 2026-2045.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wiggins, G. (1990). The case for authentic assessment. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.7275/ffb1-mm19>
- Wolf, P., & Ghilani, C. (2015). *Topografía*. Alpha Editorial.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>

