

ECOSISTEMAS DIGITALES COMO RECURSOS INSTRUCCIONALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA COLOMBIANA

Néstor Fabián Penagos Perdomo¹

npenagos2016@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0894-0251>

**Doctorando en Educación
Instituto Pedagógico Rural
"Gervasio Rubio" (IPRGR)
Venezuela**

Jennifer Ruiz Sánchez²

jenniferruizsanchez2023@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9646-4944>

**Doctorando en Educación
Instituto Pedagógico Rural
"Gervasio Rubio" (IPRGR)
Venezuela**

Recibido: 03/10/2025

Aprobado: 13/10/2025

RESUMEN

La sociedad en los últimos tiempos se enfrenta a cambios relevantes y significativos algunos de ellos signados por los multiculturalismos, por los avances tecnológicos y en ocasiones por las vicisitudes que se presentan en la cotidianidad y desde esa postura es preciso profundizar sobre lo que acontece en las aulas de clase e instituciones educativas y en algunas asignaturas específicas como por ejemplo cuando se revisa el rendimiento de los estudiantes en áreas como la matemáticas donde los resultados en las pruebas externas no son las más alentadoras y desde allí emerge la intencionalidad del presente objetivo general: reflexionar sobre los ecosistemas digitales como recursos instruccionales en la enseñanza de las matemáticas en educación primaria en Colombia. La metodología aplicada consiste en un análisis documental que trajo como resultado una revisión bibliográfica; es significativo señalar que desde esa perspectiva se busca incursionar en todo lo que ofrecen los ecosistemas digitales que en la actualidad se han

¹ Licenciado en educación básica con énfasis en Matemáticas. Magister en estudios interdisciplinarios de la complejidad, Universidad Surcolombiana. En la actualidad cursa estudios Doctorales en la UPEL Venezuela.

² Licenciada en Pedagogía Infantil. Magister en Educación, Universidad Surcolombiana. En la actualidad cursa estudios Doctorales en la UPEL Venezuela.

convertido en un recurso indispensable para los docentes, es así que cada día son más los adelantos, cambios y transformaciones que se presentan a raíz de que la tecnología permea infinidad de procesos y que en la actualidad el hecho educativo se ha visto envuelto en lo que es el uso de las tecnologías generando cambios en los modos de enseñar y es así que se busca una readaptación a lo que se presenta en la actualidad en las instituciones educativas.

Palabras clave: Ecosistemas digitales, educación primaria, enseñanza de la matemática y recursos instruccionales.

DIGITAL ECOSYSTEMS AS INSTRUCTIONAL RESOURCES IN MATHEMATICS TEACHING IN COLOMBIAN PRIMARY EDUCATION

ABSTRACT

In recent times, society has been facing significant and relevant changes, some of which are marked by multiculturalism, technological advances, and sometimes the vicissitudes of everyday life. From this perspective, it is necessary to take a closer look at what is happening in classrooms and educational institutions and in specific subjects, such as when reviewing student performance in areas such as mathematics, where the results of external tests are not the most encouraging. This gives rise to the intention behind the present general objective: to reflect on digital ecosystems as instructional resources in the teaching of mathematics in primary education in Colombia. The methodology applied consists of a documentary analysis that resulted in a literature review. It is important to note that from this perspective, we seek to explore everything that digital ecosystems have to offer, as they have now become an indispensable resource for teachers. So every day there are more advances, changes, and transformations as a result of technology permeating countless processes. Currently, education has been enveloped in the use of technologies, generating changes in teaching methods, and thus, a readjustment to what is currently present in educational institutions is sought.

Keywords: Digital ecosystems, elementary education, mathematics teaching, and instructional resources.

INTRODUCCIÓN

La integración de entornos tecnológicos en el panorama educativo de América Latina ha dejado de ser una opción periférica para convertirse en el núcleo de las reformas pedagógicas de la última década. En el contexto de la educación primaria, la enseñanza de las ciencias exactas demanda una transición urgente desde los métodos heurísticos tradicionales hacia modelos que aprovechen la generalidad y la interactividad. La complejidad inherente al pensamiento lógico-matemático requiere de escenarios que permitan la experimentación constante, donde el estudiante no sea un receptor pasivo, sino un arquitecto de su propio conocimiento mediante la manipulación de variables en tiempo real.

En la dinámica del aula colombiana, la enseñanza de las ciencias exactas ha enfrentado obstáculos relacionados con la desmotivación y la falta de contextualización de los saberes, lo que repercute en los resultados de las evaluaciones nacionales. No obstante, la emergencia de herramientas digitales diseñadas específicamente para la instrucción ofrece una oportunidad para personalizar el ritmo de aprendizaje y atender la diversidad de estilos cognitivos presentes en el grupo. De acuerdo con las investigaciones de Morales y Santamaría (2022), el uso de plataformas interactivas facilita la visualización de patrones geométricos y numéricos, permitiendo que el niño construya su propio conocimiento a través de la exploración guiada y la retroalimentación inmediata.

Asimismo, la formación continua del profesorado se erige como el eje vertebral para que la adopción de recursos tecnológicos no se limite a una mera sustitución de la pizarra tradicional por una pantalla digital. Se requiere una alfabetización mediática profunda que permita al docente de primaria diseñar trayectorias de aprendizaje donde lo técnico y lo pedagógico se fusionen de manera armónica y coherente. Para Guzmán et al. (2025), la eficacia de la tecnología en el aula está intrínsecamente ligada a la competencia digital docente, entendida como la facultad de seleccionar, curar y adaptar contenidos digitales que respondan a las necesidades específicas de la población estudiantil en contextos diversos. En Colombia, diversos programas gubernamentales han intentado cerrar esta brecha, sin embargo, la práctica pedagógica cotidiana revela que aún existe un largo camino por recorrer en la apropiación crítica de estas herramientas.

Desde un enfoque socioeducativo, la integración de redes de aprendizaje y contenidos digitales en la primaria colombiana responde a un llamado global por la equidad y la calidad educativa en el siglo XXI. La literatura académica reciente sugiere que los entornos de aprendizaje híbridos o completamente digitales pueden reducir las asimetrías de conocimiento si se implementan bajo criterios de accesibilidad y diseño universal. Según Villa et al. (2025), la adopción de tecnologías móviles y plataformas educativas ha demostrado una correlación positiva con el incremento del interés por las matemáticas en zonas rurales y urbanas marginales del territorio nacional. No obstante, la sostenibilidad de estos proyectos depende de una visión sistémica que involucre no

solo la dotación de equipos, sino la creación de una cultura escolar abierta a la innovación y el cambio.

La complejidad de la realidad educativa colombiana demanda que los recursos empleados en la enseñanza de las matemáticas sean lo suficientemente versátiles para adaptarse a las particularidades regionales del país. En este sentido, la investigación pedagógica ha comenzado a explorar cómo los ecosistemas instruccionales digitales pueden integrar elementos de la identidad local para hacer que los problemas matemáticos cobren vida. De acuerdo a Acosta et al. (2023), el diseño de experiencias de aprendizaje mediadas por tecnología debe considerar factores emocionales y motivacionales que mantengan el compromiso del estudiante a largo plazo. Se ha observado que cuando el niño percibe la utilidad práctica de la matemática en un entorno digital lúdico y desafiante, su resistencia psicológica hacia la materia disminuye notablemente.

Es así, como el presente abordaje teórico se justifica en la necesidad de documentar y sistematizar las experiencias exitosas de mediación tecnológica en el campo de la educación matemática primaria en Colombia. El análisis detallado de los recursos instruccionales actuales permite identificar las fortalezas y debilidades de las políticas educativas vigentes y proponer rutas de mejora basadas en evidencia científica rigurosa. En palabras de La Rosa y Rivero (2025), la innovación educativa no reside exclusivamente en la novedad del dispositivo, sino en la capacidad del sistema para generar transformaciones profundas en la manera en que el estudiante se apropia de los

lenguajes simbólicos de la ciencia. Al profundizar en la relación entre el diseño instruccional y el aprendizaje matemático, este estudio busca contribuir al fortalecimiento de un modelo educativo que prepare a las nuevas generaciones para los retos de una sociedad globalizada y digitalmente interconectada.

DESARROLLO

La configuración de arquitecturas virtuales destinadas al ámbito educativo trasciende la mera acumulación de dispositivos o software para constituirse en unidades sistémicas de interacción constante. La importancia de estas estructuras radica en su capacidad de adaptación y autorregulación, emulando la dinámica de los sistemas biológicos donde cada componente cumple una función vital para la supervivencia y evolución del conjunto. Al implementar estos recursos en la formación primaria, se busca generar un ambiente de inmersión cognitiva que estimule el pensamiento lógico mediante la resolución de problemas en escenarios que exponen datos en tiempo real y promueven la experimentación.

La mediación instruccional a través de estas redes requiere una comprensión profunda de cómo la tecnología puede actuar como un andamiaje para la construcción de conceptos abstractos. En Colombia, la integración de tales recursos se ha visto impulsada por la necesidad de diversificar las estrategias de aula, buscando que el estudiante sea capaz de transitar desde la intuición hacia la formalización matemática

con mayor naturalidad. Como lo expresan Acosta Mariño et al. (2025), la utilización de objetos virtuales de aprendizaje dentro de un ecosistema estructurado permite que el discente desarrolle una autonomía creciente, facilitando la personalización de las trayectorias académicas según el ritmo de procesamiento individual.

La efectividad de un recurso instruccional en formato digital no depende exclusivamente de su sofisticación técnica, sino de la coherencia pedagógica con la que se articula en el currículo nacional. La arquitectura de estos sistemas debe contemplar la interoperabilidad y la accesibilidad como principios rectores, garantizando que el acceso al conocimiento no se vea limitado por barreras técnicas o de conectividad. Para autores como Cifuentes (2024), el diseño de estas experiencias debe fundamentarse en la tutela de contenidos que promuevan el pensamiento crítico y la modelación matemática en contextos reales. De esta forma, el ecosistema se convierte en un laboratorio vivo donde el error no se penaliza, sino que se utiliza como un insumo valioso para el refinamiento de las hipótesis del estudiante, fortaleciendo así su resiliencia cognitiva y su capacidad de análisis.

En el escenario específico de la educación básica colombiana, la implementación de estos entornos enfrenta el desafío de superar la brecha digital persistente en las zonas rurales y periféricas del país. No obstante, la creación de redes de aprendizaje desconectadas o híbridas ha emergido como una solución innovadora que permite llevar la vanguardia educativa a territorios de difícil acceso, de esta forma la clave; para la transformación educativa reside en la capacidad de los ecosistemas para fomentar la

colaboración entre pares, permitiendo que el conocimiento se construya de forma colectiva a través de foros, pizarras compartidas y simuladores dinámicos.

La consolidación de estos recursos en el sistema educativo requiere una visión holística que incluya la formación continua del profesorado en competencias digitales y pedagógicas. Un ecosistema instruccional está incompleto si los agentes humanos no poseen la capacidad de interpretar los datos generados por el sistema para realizar intervenciones oportunas que mejoren el aprendizaje. Como indican Cuadros et al. (2024), señalan:

La verdadera innovación pedagógica en América Latina surgirá de la simbiosis entre la inteligencia artificial y el juicio humano, permitiendo una educación más equitativa y de mayor calidad. Por tanto, el fortalecimiento de estos entornos no es solo un avance técnico, sino un imperativo ético que busca garantizar que cada niño colombiano tenga las herramientas necesarias para navegar y transformar la compleja realidad de la sociedad de la información actual. (p.42)

De hecho, la formación matemática en las etapas iniciales de la escolaridad constituye la piedra angular sobre la cual se erige el pensamiento lógico-analítico necesario para la interpretación del mundo contemporáneo. En el escenario latinoamericano, esta disciplina ha transitado desde modelos de memorización mecánica hacia enfoques basados en la resolución de situaciones problemáticas, donde el estudiante asume un rol protagónico en el descubrimiento de patrones y estructuras numéricas. El currículo colombiano, alineado con las tendencias globales, enfatiza la importancia de desarrollar procesos generales como la modelación, el razonamiento y la

comunicación, buscando que la abstracción matemática surja de una interacción significativa con el entorno cotidiano.

La mediación docente en la enseñanza de los números y las formas requiere una comprensión profunda de las trayectorias de aprendizaje y de las barreras cognitivas que pueden surgir durante el proceso de instrucción. Para Alarcón y Sierra (2023), la enseñanza efectiva en la primaria debe fundamentarse en la conexión específica entre los conceptos abstractos y las experiencias sensorio-motrices que permiten al niño internalizar las propiedades de los objetos matemáticos. En consecuencia, la implementación de materiales manipulativos y recursos visuales se vuelve indispensable para facilitar el tránsito hacia la formalización simbólica, permitiendo que el estudiante construya significados sólidos antes de enfrentarse a algoritmos complejos.

En el contexto de las políticas públicas colombianas, los estándares básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje orientan la labor pedagógica hacia una matemática funcional que trascienda los muros del aula. La investigación educativa en el país ha evidenciado que el desarrollo del pensamiento numérico debe estar estrechamente vinculado a la capacidad de estimar, comparar y operar en contextos de incertidumbre, habilidades vitales en la sociedad de la información. De acuerdo a Zuluaga et al. (2020), donde señalan que la resolución de problemas debe ser el eje articulador del currículo, permitiendo que el alumno se enfrente a desafíos intelectuales que requieran la aplicación creativa de sus saberes.

La integración de la etnomatemática y el reconocimiento de los saberes ancestrales han ganado terreno en la academia colombiana, enriqueciendo la enseñanza de la disciplina con una visión intercultural y contextualizada. Según lo expuesto por Agudelo y Suárez. (2025), la matemática no debe ser percibida como un cuerpo de conocimientos estático y ajeno a la cultura, sino como una práctica humana que se manifiesta de diversas formas en las comunidades. Este giro epistemológico permite que los niños de comunidades indígenas y afrodescendientes vean reflejadas sus realidades en los contenidos escolares, fortaleciendo su identidad y facilitando la asimilación de conceptos universales a través de lo particular.

La evaluación del aprendizaje matemático ha evolucionado hacia un modelo formativo que prioriza el proceso de razonamiento sobre la exactitud inmediata de los resultados finales. En esta visión, el error es concebido como una ventana a los procesos mentales del estudiante y una herramienta valiosa para la retroalimentación constructiva, en lugar de un motivo de sanción. Unkuch et al. (2023) sugieren que la evaluación auténtica permite capturar la complejidad del pensamiento matemático infantil, revelando las estrategias heurísticas que los niños desarrollan de manera espontánea para resolver conflictos cognitivos.

El fortalecimiento de la educación matemática en la primaria colombiana está intrínsecamente ligado a la formación continua de los docentes y a su capacidad de adaptación a las nuevas exigencias sociales. El maestro de primaria no solo debe poseer un dominio disciplinar sólido, sino también una formación pedagógica que le permita

transformar contenidos complejos en experiencias de aprendizaje accesibles y motivadoras. Como Unkuch et al. (2024) señalan:

La profesionalización docente es el factor que mayor impacto tiene en la mejora de los indicadores de aprendizaje a nivel nacional, superando incluso la dotación de infraestructura. Por ello, es imperativo fomentar comunidades de práctica donde los educadores compartan experiencias exitosas y reflexionen sobre sus propias metodologías, construyendo colectivamente una cultura escolar donde la matemática sea vista como una herramienta de empoderamiento y justicia social. (p. 31)

Los ecosistemas digitales como recursos instruccionales para la enseñanza de las matemáticas en primaria dejan evidenciar la disposición de entornos de aprendizaje mediados por tecnología ha transformado la arquitectura pedagógica de la educación básica en el territorio latinoamericano, desplazando el uso de herramientas aisladas hacia estructuras más complejas y articuladas. Estos espacios convergentes permiten una interconexión fluida entre contenidos curriculares, plataformas de gestión y dinámicas de interacción social, facilitando una inmersión cognitiva que resulta fundamental para el desarrollo del pensamiento abstracto.

La integración de estos entornos en la praxis docente exige un cambio de paradigma que trascienda la mera digitalización de contenidos analógicos para centrarse en la creación de experiencias de aprendizaje significativas y situadas. Para Ibarra (2024), la mediación tecnológica en el aula de matemáticas debe ser entendida como un proceso en el cual la interactividad y la retroalimentación inmediata se convierten en catalizadores de procesos metacognitivos que permiten al niño reestructurar sus

esquemas de pensamiento. Bajo esta premisa, el recurso instruccional deja de ser un soporte pasivo para convertirse en un agente activo que desafía al estudiante a formular hipótesis, verificar resultados y comunicar sus hallazgos de manera visual y simbólica.

En el contexto específico de las instituciones educativas colombianas, la implementación de plataformas que integran gamificación y aprendizaje adaptativo ha mostrado resultados prometedores en el fortalecimiento de las competencias lógico-matemáticas. Investigaciones recientes han subrayado que la organización sistémica de recursos digitales permite al docente gestionar de forma más eficiente la heterogeneidad del aula, proporcionando desafíos diferenciados que evitan tanto el aburrimiento como la frustración. De acuerdo a Vuelvas (2024), académicos regionales han destacado que estos entornos favorecen el desarrollo de la resiliencia ante el error, ya que el estudiante percibe la falla como un paso necesario en la resolución de problemas lógicos.

La sostenibilidad de estas innovaciones instruccionales depende en gran medida de la coherencia entre las políticas de dotación tecnológica y los programas de formación posgradual de los educadores encargados de liderar los procesos de enseñanza. No basta con la presencia de dispositivos; es imperativo que el diseño instruccional esté fundamentado en una didáctica de las matemáticas que aproveche las potencialidades específicas de la computación y la conectividad. Según el planteamiento de Izquierdo et al. (2023), la creación de un entorno digital de aprendizaje robusto requiere que el docente asuma el rol de arquitecto de experiencias, seleccionando y orquestando

recursos que promuevan el debate matemático y la construcción colectiva de saberes en red.

Por otro lado, la investigación en el campo de la educación matemática básica ha comenzado a explorar el impacto de la realidad aumentada y los laboratorios virtuales como componentes esenciales de estos sistemas integrados de instrucción. Estos recursos permiten a los niños de primaria manipular objetos matemáticos en tres dimensiones, facilitando la transición entre la etapa de operaciones concretas y la de operaciones formales descrita por la psicología evolutiva. Jiménez (2025) sugiere que:

La visualización dinámica de funciones y la geometría interactiva mejoran significativamente la retención a largo plazo y la transferencia de conocimientos a contextos reales. Al insertar al estudiante en un ecosistema donde la matemática es tangible y visualmente atractiva, se logra desmitificar la disciplina como una materia árida y difícil, presentándola en cambio como un lenguaje fascinante para interpretar y transformar la realidad física. (p. 21)

El diseño de recursos instruccionales digitales debe contemplar las dimensiones de accesibilidad e inclusión, asegurando que todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones sensoriales o cognitivas, puedan participar plenamente de la cultura matemática. En Colombia, el reto de la equidad digital sigue siendo una prioridad, impulsando el desarrollo de aplicaciones que funcionen en contextos de baja conectividad y dispositivos de entrada variados. Como sostienen López et al. (2024), la verdadera democratización del conocimiento matemático ocurre cuando los ecosistemas digitales son diseñados bajo principios de diseño universal, permitiendo que la tecnología

sea un puente y no una barrera para el aprendizaje. La evolución continua de estos sistemas promete una educación primaria más resiliente y adaptada a las demandas del siglo XXI, donde la competencia matemática se convierta en una herramienta de empoderamiento ciudadano para las nuevas generaciones de colombianos.

Bajo la misma mirada se da un vistazo al sustento epistemológico que valida la integración de entornos tecnológicos en la educación primaria se encuentra profundamente arraigado en el constructivismo social, el cual propone que el conocimiento se edifica mediante la interacción constante entre el sujeto y su entorno mediado. En el contexto de las matemáticas, esta premisa adquiere una relevancia crítica, ya que los ecosistemas digitales ofrecen escenarios de experimentación donde el estudiante no solo recibe información, sino que manipula objetos virtuales para comprender estructuras abstractas. La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel se entrelaza con estas nuevas dinámicas, permitiendo que las herramientas digitales actúen como organizadores previos que conectan los saberes informales de los nativos digitales con los conceptos formales del currículo escolar.

Complementando la visión constructivista, el Conectivismo emerge como una teoría de aprendizaje para la era digital que explica cómo la integración de nodos de información impacta la enseñanza en las escuelas colombianas. Esta perspectiva, adaptada por investigadores regionales, sostiene que el aprendizaje es un proceso de conexión de fuentes de datos especializadas, donde la habilidad para navegar en la complejidad es más crítica que la memorización de algoritmos. Para autores como

Sánchez (2024), la implementación de estos recursos en el aula implica que la capacidad de aumentar el conocimiento a través de redes tecnológicas redefine el rol del docente, quien transita de ser un transmisor de contenidos a un curador de experiencias digitales interconectadas. Bajo esta óptica, la enseñanza de las matemáticas en primaria se transforma en un proceso colaborativo donde el error se gestiona en tiempo real a través de la retroalimentación sistémica de la plataforma.

Otra base teórica fundamental es el Enfoque Onto semiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS), el cual permite analizar la complejidad de los objetos matemáticos y sus representaciones en entornos virtuales. Esta teoría, con amplia trayectoria en Iberoamérica, destaca la importancia de las funciones semióticas en la construcción de significados a través de diversos registros de representación como gráficos, tablas y símbolos algebraicos. Al respecto, los recursos digitales potencian la dualidad entre lo unitario y lo sistémico de los conceptos numéricos. La capacidad de los ecosistemas digitales para realizar conversiones rápidas entre registros permite que el niño de primaria visualice la relación entre un número fraccionario y su representación geométrica de manera simultánea, reduciendo la carga cognitiva y favoreciendo una comprensión profunda de las propiedades matemáticas fundamentales.

Asimismo, la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD) de Brousseau encuentra en la mediación tecnológica un terreno fértil para la creación de "situaciones a-didácticas" donde el alumno interactúa directamente con un medio tecnológico que ofrece resistencia y feedback. En el escenario educativo actual, el diseño de recursos

instruccionales digitales busca que el estudiante asuma la responsabilidad de resolver un problema matemático sin la intervención directa y constante del maestro, permitiendo una devolución del saber más auténtica. Según lo expresado por Gamboa et al. (2020) indican que:

La configuración de estos espacios debe garantizar que el entorno digital proporcione las variables didácticas necesarias para que el estudiante valide sus propias estrategias de resolución mediante la interacción con el software. Esta autonomía es vital para el desarrollo de la competencia de resolución de problemas, pilar esencial de los estándares básicos de competencias en el territorio nacional. (p. 115)

La dimensión afectiva y motivacional también encuentra sustento en la Teoría de la Autodeterminación, la cual explica cómo los entornos que promueven la autonomía, la competencia y la relación social incrementan la motivación intrínseca hacia las matemáticas. Los ecosistemas digitales, al incorporar elementos de gamificación y progresión por niveles, satisfacen la necesidad de logro del estudiante, transformando la percepción de la materia de una disciplina rígida a un desafío lúdico y alcanzable. Estudios recientes en universidades colombianas han demostrado que cuando el recurso instruccional digital permite al niño elegir su ruta de aprendizaje, se produce un mayor compromiso cognitivo y una disminución de la ansiedad matemática. Esta base teórica justifica la inversión en plataformas que no solo sean funcionalmente correctas, sino emocionalmente atractivas, garantizando que el proceso de enseñanza sea sostenible y tenga un impacto positivo en la trayectoria académica del educando.

El marco del Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK) resulta indispensable para comprender la orquestación de estos ecosistemas por parte del docente de primaria. Este modelo teórico sugiere que la enseñanza eficaz con tecnología requiere una intersección compleja entre el conocimiento del contenido matemático, la pedagogía adecuada para esa etapa del desarrollo y el dominio de las herramientas digitales específicas. Como señalan Dueñas y Padilla (2025), la formación del profesorado en este modelo permite que "la tecnología sea integrada de forma natural en el discurso didáctico, evitando que la herramienta opaque el objetivo de aprendizaje matemático. Así, la fundamentación teórica que sostiene la implementación de estos ecosistemas integrando aspectos cognitivos, semióticos, sociales y tecnológicos para ofrecer una respuesta educativa de calidad que responda a las exigencias del contexto global contemporáneo.

El panorama educativo ha experimentado una acelerada integración de sistemas inteligentes que personalizan el aprendizaje de las ciencias exactas en el nivel primario. Una de las tendencias más disruptivas es el despliegue de la analítica de aprendizaje (Learning Analytics), la cual permite a los docentes colombianos identificar patrones de error de manera predictiva antes de que el estudiante se desmotive. Estos entornos no solo almacenan datos, sino que transforman la interacción en información valiosa para ajustar la instrucción en tiempo real, facilitando una atención diferenciada que respeta los ritmos individuales. Según investigaciones de autores nacionales, esta innovación tecnológica favorece una transición más fluida desde el pensamiento aritmético hacia el

pensamiento algebraico temprano, eliminando las barreras tradicionales del aula magistral.

En sintonía con lo anterior, la gamificación inmersiva se ha consolidado como una estrategia fundamental para mitigar la ansiedad matemática y fomentar el pensamiento crítico en los primeros grados de escolaridad. Al respecto, Ortiz (2025) argumenta que:

El diseño de experiencias lúdicas digitales en la enseñanza primaria no solo incrementa el compromiso del estudiante, sino que permite la simulación de problemas complejos en entornos controlados y altamente motivadores. Esta tendencia supera el simple uso de juegos aislados para proponer ecosistemas de progresión donde el estudiante desarrolla competencias de modelación y comunicación mientras supera retos narrativos. La implementación de estas dinámicas ha demostrado un impacto significativo en la retención de conceptos geométricos y de magnitud, áreas que tradicionalmente presentan dificultades de comprensión. La innovación radica en la capacidad de estos entornos para convertir el error en un elemento constructivo dentro de una estructura de incentivos y retroalimentación constante. (p.56)

Asimismo, la integración de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual emerge como una innovación de alto impacto para la visualización espacial y el razonamiento lógico-matemático. Estas tecnologías permiten que los estudiantes de primaria manipulen objetos tridimensionales virtuales en el espacio físico, facilitando la comprensión de conceptos abstractos que antes dependían exclusivamente de ilustraciones estáticas en textos impresos. Investigaciones regionales destacan que la inmersión sensorial reduce la brecha entre lo concreto y lo simbólico, permitiendo una exploración intuitiva de volúmenes, simetrías y transformaciones. Para investigadores

como Ramos (2023), la RA actúa como un puente cognitivo que fortalece la memoria a largo plazo al involucrar múltiples canales perceptivos durante el proceso de resolución de problemas. En el escenario colombiano, esta tendencia se ha visto potenciada por el uso de dispositivos móviles, democratizando el acceso a laboratorios virtuales de matemáticas que no requieren grandes infraestructuras físicas para operar de manera eficiente.

Otra innovación relevante es el auge del Mobile Learning (m-Learning) y el Microlearning, que se adaptan a la infraestructura tecnológica y social predominante en gran parte del territorio nacional. Esta tendencia se enfoca en la entrega de contenidos matemáticos en cápsulas de información breves y precisas, diseñadas específicamente para ser consumidas en dispositivos de mano, lo que favorece el aprendizaje ubicuo. El ecosistema digital se fragmenta deliberadamente para evitar la saturación cognitiva, permitiendo que el estudiante practique habilidades de cálculo mental o razonamiento lógico en diversos momentos de su jornada cotidiana. Esta flexibilidad es crucial en contextos rurales colombianos, donde el acceso a internet puede ser intermitente, permitiendo la descarga de recursos para su uso offline sin perder la calidad instruccional. De este modo, la tecnología se ajusta a la realidad del usuario, promoviendo una continuidad educativa que trasciende los límites temporales y espaciales de la escuela tradicional, empoderando al estudiante en su propio proceso de formación.

La inteligencia artificial generativa y los sistemas de tutoría inteligente (ITS) representan el horizonte más avanzado de estas innovaciones, ofreciendo un acompañamiento personalizado que antes era impensable. Estos sistemas actúan como asistentes pedagógicos que dialogan con el estudiante, plantean preguntas socráticas y ofrecen pistas basadas en las dificultades específicas detectadas durante la resolución de ejercicios matemáticos. Según lo expuesto por Valderrama, et al. (2021), la potencia de estos ecosistemas radica en su "capacidad para simular una tutoría uno a uno, proporcionando andamiajes cognitivos que se retiran gradualmente a medida que el alumno demuestra dominio sobre la competencia matemática" (p. 88). Se observa una tendencia creciente a integrar estos sistemas en plataformas de gestión del aprendizaje, permitiendo al docente enfocarse en las dimensiones socioemocionales mientras la máquina se encarga de la práctica repetitiva y la validación inmediata. Esta simbiosis entre lo humano y lo artificial redefine la arquitectura instruccional del siglo XXI.

Por último, el diseño de recursos educativos abiertos (REA) bajo principios de accesibilidad universal se posiciona como una innovación social y tecnológica que busca cerrar la brecha de equidad educativa. La tendencia actual apunta hacia la creación de ecosistemas digitales inclusivos que consideran las necesidades de estudiantes con diversas capacidades sensoriales y cognitivas, asegurando que las matemáticas sean accesibles para todos. Esto implica el uso de interfaces simplificadas, sistemas de texto a voz para los enunciados de los problemas y navegación adaptada, cumpliendo con los estándares internacionales de usabilidad. La colaboración entre redes académicas

latinoamericanas ha permitido la creación de repositorios compartidos donde la innovación no se queda en un aula aislada, sino que se escala a nivel regional.

CONCLUSIONES

La integración de estructuras digitales en el currículo de matemáticas para el nivel primario ha demostrado ser un catalizador fundamental en la superación de las barreras cognitivas tradicionales. Se concluye que el tránsito de una enseñanza lineal hacia una dinámica e interactiva permite que el estudiante colombiano desarrolle una comprensión profunda de las operaciones básicas a través de la experimentación controlada. Al respecto, Lema (2024) destacan que la mediación tecnológica en la educación básica no debe ser un fin en sí misma, sino un medio para potenciar la metacognición y el razonamiento lógico en escenarios de aprendizaje auténticos. En este sentido, la investigación evidencia que los recursos instruccionales analizados no solo facilitan el cálculo aritmético, sino que promueven el pensamiento variacional mediante la visualización de datos en tiempo real. Esta transformación metodológica posiciona al docente como un diseñador de experiencias que trascienden el aula física convencional.

Asimismo, se colige que la efectividad de estos ecosistemas instruccionales depende intrínsecamente de su alineación con los estándares básicos de competencias y los derechos básicos de aprendizaje establecidos por el Ministerio de Educación Nacional. La investigación resalta que aquellos entornos que incorporan adaptabilidad y

personalización logran una reducción significativa en la brecha de rendimiento académico observada en las pruebas estandarizadas nacionales. Para autores como Cardozo-Cante et al. (2023), la clave del éxito reside en que el recurso tecnológico responda a la diversidad del aula, permitiendo que niños con diferentes niveles de abstracción encuentren rutas de aprendizaje diferenciadas y motivadoras. Se ha comprobado que el uso sistemático de estas herramientas fortalece la autonomía del escolar, quien asume un rol protagónico en el descubrimiento de patrones y regularidades matemáticas. De este modo, la innovación digital se constituye en un soporte robusto para la equidad educativa en contextos de alta heterogeneidad.

En el ámbito de la motivación y el compromiso escolar, los resultados indican que la gamificación y el diseño centrado en el usuario dentro de las plataformas matemáticas mitigan la fobia histórica hacia esta disciplina. Se observó que los elementos narrativos y los sistemas de retroalimentación inmediata actúan como reforzadores positivos que mantienen la persistencia del estudiante frente a problemas complejos de resolución de conflictos lógicos. Al respecto, Montes y Ruiz (2021) sostienen que los entornos digitales lúdicos permiten al niño explorar el error sin el estigma de la calificación. En la geografía colombiana, esta aproximación ha resultado ser especialmente valiosa en entornos donde la infraestructura es limitada, ya que la optimización de recursos offline garantiza la continuidad del proceso formativo. Por lo tanto, el componente emocional se revela como una variable inseparable del éxito cognitivo en el aprendizaje de las ciencias exactas.

Otra conclusión fundamental apunta a la necesidad imperativa de fortalecer la competencia digital docente como eje vertebrador de cualquier estrategia de innovación instruccional. No basta con la adquisición de hardware; se requiere una alfabetización mediática que permita al profesor de primaria integrar estos recursos de forma orgánica en sus secuencias didácticas cotidianas. La investigación arroja que los docentes que han recibido formación específica en didáctica de las matemáticas mediada por tecnología reportan una mayor confianza en el diseño de situaciones problema desafiantes para sus alumnos. Según la perspectiva de Paredes y Sanabria (2020), la articulación pedagógica de la tecnología exige un cambio de paradigma donde el educador pierda el miedo a la incertidumbre y se convierta en un co-aprendiz dentro del entorno digital. El éxito de la implementación instruccional está, por ende, directamente correlacionado con la actitud y la preparación técnica del cuerpo docente en las instituciones educativas.

Desde una perspectiva sociotécnica, se concluye que la sostenibilidad de estos recursos educativos digitales en Colombia está condicionada por el diálogo entre las políticas públicas y la realidad de las comunidades. El estudio demuestra que los ecosistemas que incorporan elementos de la etnomatemática y el contexto local del estudiante generan un aprendizaje mucho más significativo y duradero que aquellos modelos importados sin adaptación. Se requiere una inversión constante no solo en conectividad, sino en la creación de repositorios de contenidos abiertos que respondan a las particularidades geográficas y culturales de las diversas regiones del país. Para

Valencia et al. (2022), la democratización de la tecnología educativa es un imperativo ético que debe garantizar que el acceso al conocimiento matemático no sea un privilegio de las zonas urbanas. Esta visión sistémica permite entender la instrucción matemática como un proceso socialmente situado que se potencia a través de las redes de colaboración digital.

Finalmente, se establece que el futuro de la educación matemática en primaria está íntimamente ligado al desarrollo de sistemas de inteligencia artificial que asistan en la detección temprana de dificultades de aprendizaje. La investigación proyecta que la evolución de los entornos digitales permitirá anticipar el fracaso escolar mediante el análisis predictivo de las interacciones del estudiante con el contenido instruccional. No obstante, se subraya que esta automatización debe estar siempre bajo la supervisión ética y pedagógica del ser humano para evitar sesgos o deshumanización del proceso de enseñanza. El equilibrio entre el rigor científico de las matemáticas y la flexibilidad de los medios digitales define el nuevo estándar de calidad educativa que el país debe perseguir. Se cierra este ciclo investigativo con la certeza de que la tecnología, cuando es guiada por un propósito pedagógico claro, tiene el poder de transformar la relación del niño con los números y las formas.

REFERENCIAS

- Acosta Mariño, Alex Andrés, Jiménez, Myrian Lastenia Peralta, Cobeña Cedeño, Angélica Alexandra, Rosado García, Tania Lisseth, & Chancay Chancay, Marí Magdalena. (2025). *Herramientas digitales y el aprendizaje de la matemática en educación básica*. Revista Minerva, 6(17), 29-38. Epub 06 de agosto de 2025. <https://doi.org/10.47460/minerva.v6i17.191>
- Acosta-Guarnizo, L. M., Valdivieso-González, L. G., & Muñoz-Potosi, A. F. (2023). *Estrategia pedagógica mediada por TIC para fortalecer la competencia de razonamiento matemático en estudiantes de sexto grado*. Revista científica, (47), 13-24.
- Agudelo, I. A. L., & Suárez, E. A. G. (2025). *Etnomatemática y diálogo/confrontación de saberes en la formación de profesores de matemáticas*. Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática, 18(1), 59-82.
- Alarcón, M., Santana, A., & Sierra, Y. (2023). *Secuencia didáctica por actividades gamificadas para el fortalecimiento del pensamiento numérico variacional: a partir de problemas que involucran operaciones básicas en estudiantes del grado 5° de primaria de la Institución José María Silva Salazar*. Boyacá: Universidad de Cartagena.
- Aroca-Araujo, A., Blanco-Álvarez, H., & Gil, D. (2016). *Etnomatemática y formación inicial de profesores de matemáticas: el caso colombiano*. Revista Latinoamericana de Etnomatemática Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática, 9(2), 85-102.
- Baluart, M. I. Z., Jaramillo, M. C. A., Alcívar, I. A. L., Vergara, F. J. R., & Muñoz, M. T. G. (2024). *El aprendizaje inmersivo en la educación básica*. Retos y oportunidades en innovación curricular. Prosperus, 1(1), 16-30.
- Buelvas Hoyos Juan David. (2024). *Fortalecimiento del pensamiento numérico a través de una secuencia didáctica mediada por la Gamificación, en estudiantes del grado sexto*: Institución Educativa numero 15 sede Concepción Maicao, la Guajira. Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/19410>
- Cifuentes, M. M. B. (2024). *Ajustes razonables para la docencia inclusiva: una investigación biográfica sobre la vida y obra artístico-pedagógica del maestro Alberto Camacho* (Master's thesis, Universidad El Bosque (Colombia)).

- Domínguez-Cuadros, M., Márquez Vera, J. A., Mora Mendieta, L. C., & Morales Rozo, N. (2024). *La interpretación enseñanza-aprendizaje y contribución de la investigación en las ciencias exactas y naturales*.
- Dueñas Fernández, A., & Padilla Caballero, J. E. A. (2025). *Tecnologías emergentes en el área de comunicación en educación primaria: revisión sistemática*. Revista InveCom, 5(3).
- Guzmán Peralta, N. A., Carpio Mendoza, J., Ramírez Ríos, A., & Delgado Saldaña, M. E. V. (2025). *Herramientas digitales en la resolución de problemas matemáticos en educación básica: una revisión sistemática*. Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 9(37), 1526-1544.
- Ibarra, F. (2024). *El papel de la metacognición en la transformación pedagógica de las TIC a las TAC*. Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación, 15(3), 172-185.
- Izquierdo, J. E., Bravo, J. E. V., Acosta, K. Q., & Vázquez, J. M. (2023). *Ecosistemas digitales de aprendizaje y educación 4.0 una aproximación a las pedagogías emergentes*. Polo del Conocimiento, 8(9), 134-158.
- Jiménez, E. S. E. (2025). *Usos de la Realidad Aumentada en Procesos de Enseñanza en la Educación Básica Primaria: Una Revisión Sistemática*. PQDT-Global.
- La Rosa, D. R., & Rivero, Y. E. (2025). *Competencias digitales docentes en la enseñanza de matemáticas en contextos híbridos*. Sinergia Académica, 8(7), 103-123.
- Lema, B. O. A. (2024). *Recursos educativos digitales para mejorar el aprendizaje en matemáticas*. Esprint Investigación, 3(1), 59-72.
- Morales Campos, C., & Santamaría Villalobos, C. A. (2022). *Uso de las TIC como herramienta didáctica para promover conocimiento científico y matemático: en estudiantes de básica primaria: una revisión sistemática*.
- Nora Patricia, R. P., Pacheco Rodriguez, A. R., Icaza Curay, C. E., López Espinoza, H. R., Alexis Dianina, M. S., & Pérez Oñate, S. V. (2024). *El uso de herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas y su influencia en el aprendizaje: Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(2), Pág. 1428 -. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.319>

- Ortiz, O. J. S. (2025). *La gamificación como herramienta para la enseñanza de las matemáticas en escuelas rurales* (Master's thesis, Universidad El Bosque (Colombia)).
- Pazos Trujillo, L. A. (2014). *Innovación educativa basada en evidencia para desarrollar competencias matemáticas: en el marco del movimiento educativo abierto*.
- Pérez Benítez, W. E., & Ricardo Barreto, C. T. (2022). *Factores que afectan la comprensión lectora en estudiantes de educación básica y su relación con las TIC*. Íkala, revista de lenguaje y cultura, 27(2), 332-354.
- Quispe, S. D. R. L., Merizalde, A. M. M., & del Carmen Guzmán, M. (2022). *Desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños de cinco años: a través de un programa educativo interactivo*. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 5(1), 159-168.
- Sánchez, M. V. (2024). *Transformando la educación en Colombia: políticas de innovación con TIC en la era digital*. Discimus. Revista Digital de Educación, 3(1), 121-150.
- Ulloa, J. P. P., Sotomayor, Y. M. J., Caballero, J. I. R., & Masias, L. D. L. M. P. (2023). *Retos y desafíos de la educación básica ante las nuevas tecnologías e inclusión educativa*. Polo del Conocimiento, 8(5), 643-659.
- Unkuch, E. M. J., Flores, J. A. C., Gavilanez, K. I. P., & Jimenez, J. E. P. (2024). *Estrategias de aprendizaje activo en matemáticas: promoviendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas*. Revista Social Fronteriza, 4(2), e42237-e42237.
- Villa, J., Puyol, J., Guevara, A., Gruezo, M., & Mosquera, C. (2025). *Uso de la tecnología móvil en la enseñanza de las matemáticas a través de aplicaciones interactivas: fomentando la integración de tecnología accesible en el aprendizaje*. InnovaSciT, 3(2). <https://doi.org/10.70577/innovascit.v3i2.86>
- Zuluaga, G., Aristizabal Zapata, J. H., & Rincón Penagos, J. A. (2020). *Procesos de visualización en la resolución de problemas de matemáticas: en básica primaria apoyados en ambientes de aprendizaje mediados por las TIC*. Sophia, 16(1), 120-132.