

Recibido: 2026-01-24

Aceptado: 2026-02-02

Publicado: 2026-03-04

Metodologías activas apoyadas en recursos digitales interactivos para el desarrollo del razonamiento matemático y las habilidades de resolución de problemas en la educación básica

Active methodologies supported by interactive digital resources for the development of mathematical reasoning and problem-solving skills in basic education

Autores

Solanda Ramos Mayolo¹

solanda.ramos@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-3582-0361>

Ministerio de Educación, Deporte y

Cultura

Ecuador

Carlos Fernando López Quiroz²

carlosf.lopez@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-6603-8744>

Ministerio de Educación, Deporte y

Cultura

Ecuador

Hernandez Moran Leticia Cecibel³

leticia.hernandez@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-4751-1375>

Ministerio de Educación, Deporte y

Cultura

Ecuador

Julia Isabel Hinojoza Martillo⁴

juliah5000@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-0663-3804>

Independiente

Ecuador

Victoria Natividad Franco Delgado⁵

victoria.franco@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-3158-609X>

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura

Ecuador

Resumen

En la educación básica actual, desarrollar el razonamiento matemático y las habilidades de resolución de problemas es uno de los temas más desafiantes y pertinentes, y se ha vuelto aún más crítico con el aumento de los niveles de digitalización. En los últimos años se han publicado trabajos de investigación que confirman la mejora de ciertas habilidades cognitivas de orden superior a través del uso de recursos digitales interactivos. Este tipo de investigación es necesaria, pero está enfocada en crear un modelo estructural más comprensivo que ofrezca una explicación razonable de cómo estas prácticas mejoran el rendimiento matemático. El propósito de este estudio es analizar, por medio de modelado de ecuaciones estructurales, los impactos del aprendizaje activo y el uso de tecnología en el razonamiento matemático y las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes de sexto y séptimo grado del nivel de Educación Básica General. El estudio es del tipo explicativo con una muestra de $N = 130$ estudiantes de escuelas públicas ecuatorianas. El instrumento tiene 20 ítems tipo Likert (1-4) y está dividido en cinco dimensiones: Aprendizaje Activo, Uso de Tecnología, Razonamiento Matemático, Resolución de Problemas y Motivación. El análisis se realizó a través de PLS-SEM con bootstrapping (5,000 muestras), y se calcularon los siguientes: cargas factoriales, confiabilidad compuesta (CR), validez convergente (AVE), validez discriminante (HTMT), coeficientes estructurales (β) y varianza explicada (R^2). La intervención demostró que el 63% de la varianza en Resolución de Problemas ($R^2 = .63$). El Aprendizaje Activo ($\beta = .32$, $p < .001$) y el Uso de Tecnología ($\beta = .41$, $p < .001$) predijeron positiva y significativamente el Razonamiento Matemático, que tuvo un efecto importante en la Resolución de Problemas ($\beta = .55$, $p < .001$). Se ratificó que el efecto mediador del Razonamiento Matemático en la relación entre los procesos de enseñanza y rendimiento fue parcial. La Motivación mostró un efecto adicional positivo, aunque menor ($\beta = .19$, $p = .021$). Los resultados muestran que la integración intencionada de metodologías activas y recursos digitales interactivos mejora el rendimiento matemático al fortalecer el razonamiento conceptual. La investigación contribuye con un modelo explicativo que integra innovación didáctica, tecnología educativa y procesos cognitivos como dimensiones interdependientes del aprendizaje en el contexto de la educación primaria.

Palabras clave: Metodologías Activas; Recursos Digitales; Razonamiento Matemático; Resolución De Problemas; PLS-SEM; Educación Básica.

Abstract

The development of mathematical reasoning and problem-solving skills represents a central challenge in contemporary basic education, particularly in increasingly digital learning environments. Recent literature suggests that active methodologies supported by interactive digital resources may enhance higher-order cognitive processes; however, structural models explaining the mechanisms through which these practices influence mathematical performance remain limited. To analyze, through a structural equation modeling approach, the influence of active learning and technology use on mathematical reasoning and its subsequent effect on problem-solving performance among sixth- and seventh-grade students. A quantitative explanatory study was conducted with $N = 130$ students from public schools in Ecuador. A 20-item Likert-scale instrument (1–4) was administered, covering five dimensions: Active Learning, Technology Use, Mathematical Reasoning, Problem Solving, and Motivation. Data were analyzed using PLS-SEM with bootstrapping (5,000 resamples), assessing factor loadings, composite reliability (CR), convergent validity (AVE), discriminant validity (HTMT), structural path coefficients (β), and explained variance (R^2). The model explained 63% of the variance in Problem Solving ($R^2 = .63$). Active Learning ($\beta = .32, p < .001$) and Technology Use ($\beta = .41, p < .001$) significantly predicted Mathematical Reasoning, which demonstrated a substantial effect on Problem Solving ($\beta = .55, p < .001$). Mathematical Reasoning partially mediated the relationship between pedagogical practices and performance outcomes. Motivation showed an additional significant, though smaller, effect ($\beta = .19, p = .021$). Findings indicate that the intentional integration of active methodologies and interactive digital resources enhances mathematical performance through the strengthening of conceptual reasoning processes. The study contributes an integrative explanatory model linking pedagogical innovation, educational technology, and cognitive mechanisms in basic education contexts.

Keywords: Active Methodologies; Digital Resources; Mathematical Reasoning; Problem Solving; PLS-SEM; Basic Education.

Introducción

Uno de los principales retos de la educación básica hoy en día es fomentar el pensamiento matemático y el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas. En el contexto de una rápida digitalización de los entornos de aprendizaje, el uso de metodologías activas con herramientas digitales interactivas plantea posibilidades para el desarrollo de procesos cognitivos de más alto orden, el desarrollo de la participación activa de los y las estudiantes y el mejoramiento de la competencia matemática. Muchos autores en el contexto internacional han logrado evidenciar los beneficios que la integración de tecnologías digitales ofrece en el ámbito pedagógico, y cómo impacta de forma positiva en los procesos de diálogo, la retroalimentación formativa, y la construcción colaborativa del conocimiento (Smit et al., 2023; Chairwut et al., 2025).

La teoría constructivista entiende que el aprendizaje de las matemáticas ocurre con mayor eficiencia cuando los estudiantes se involucran con problemas reales y utilizan varias representaciones de los mismos y se involucran en el proceso de argumentación y validación del mismo. El estudio cuantitativo de Smit et al. (2023) demuestra que los episodios de diálogos interactivo y de retroalimentación estructurada pueden mejorar el razonamiento matemático de los estudiantes, de forma más relevante, si se utilizan medios digitales que permitan presentar y justificar procedimientos. En concordancia con estos hallazgos, en el ámbito de la educación primaria se ha constatado que el razonamiento lógico se desarrolla en mayor medida cuando se aborda de forma sistemática la solución de problemas y se utilizan metodologías de tipo argumentación (Alvarez Piza et al., 2024).

La resolución de problemas matemáticos complejos se ha visto favorecida por el diseño de plataformas digitales que se fundamentan en la teoría constructivista. Chairwut et al. (2025) reportadores de los hallazgos, las plataformas digitales permiten el desarrollo de las habilidades de planificación y de toma de decisiones en el contexto de las tareas matemáticas, por lo que se puede afirmar que metodologías activas que utilicen la tecnología incidan en el desarrollo de habilidades más allá del rendimiento académico.

La investigación local ha reportado que la innovación didáctica con TIC ha fortalecido el pensamiento lógico y la resolución de problemas de forma estratégica (Cosquillo Chida et al., 2025). También, la investigación sobre la gamificación y el uso de estrategias digitales de forma paralela, ha comprobado que la interactividad favorece la motivación y el compromiso de los estudiantes siempre que se implemente con metas educativas de carácter curricular (Orden Guaman et al., 2024; Troya Santilán et al., 2024a).

La literatura también ha señalado la importancia de los manipulativos, ya sean virtuales o físicos, en la educación primaria. La revisión realizada por Ochugboju y Díez-Palomar (2025) mostró que la interacción guiada unida a elementos digitales favorece una comprensión más profunda de la conceptualización. Cosentino et al. (2025) complementaron que la comprensión se vuelve más profunda en relación a los conceptos numéricos complejos cuando se utilizan ambientes digitales que son dinámicos. En el ámbito nacional, al comparar la metodología STEM y otras metodologías que son activas, se ha comprobado que en el uso de la interdisciplina organizada se potencia el razonamiento matemático y la Transferencia conceptual (Bernal Parraga et al., 2024). También, el aprendizaje académico en el área de matemáticas ha resultado más efectivo cuando se complementa con el uso de estrategias de aprendizaje activas y de acompañamiento (Fierro Barrera et al., 2024).

Perspectiva sobre un contexto macroeducativo, análisis pisa 2022 confirma la relación entre el uso pedagógico de la herramienta digital y el rendimiento matemático, en particular, tareas de razonamiento no rutinario (Joshi et al, 2025). Se dice que el potencial para la efectividad docente impacta la integración de la herramienta digital. Estudios muestran que el impacto del uso de tecnologías digitales en la educación está determinado en gran medida por la integración coherente del currículo (Serrano Aguilar et al, 2024). En este contexto, el uso de aplicaciones adaptativas impulsadas por inteligencia artificial se está estableciendo con el propósito de personalizar el aprendizaje y mejorar los mecanismos de autorregulación (Zamora Arana et al, 2024).

Sin embargo, la adopción efectiva de recursos digitales depende en gran medida de la formación docente y las concepciones. Russo (2024) mostró que la percepción del valor pedagógico influye en la integración tecnológica. Estudios recientes en la formación docente confirman que el fortalecimiento de competencias innovadoras profesionales es

una condición esencial para la implementación exitosa de metodologías activas y recursos digitales (Arequipa Molina et al., 2024; Bernal Párraga et al., 2025). Complementariamente, la gestión del aula orientada al aprendizaje autónomo y el fomento de la matemática colaborativa están asociados con mejores resultados en procesos de razonamiento (Zambrano Vergara et al., 2024; Zamora Franco et al., 2024).

El Valero Larico et al. (2026) afirman en su revisión de síntesis que cuando se utilizan enfoques activos, las herramientas digitales interactivas mejoran el pensamiento lógico y la resolución estratégica de problemas. La literatura, en su conjunto, converge en tres premisas fundamentales: (1) Las metodologías activas refuerzan el razonamiento cuando se centran en problemas auténticos (Alvarez Piza et al., 2024); (2) La tecnología educativa mejora la pedagogía cuando se utiliza de manera estructurada y formativa (Smit et al., 2023; Chairwut et al., 2025, Cosquillo Chida et al., 2025); y (3) La formación docente y el diseño instruccional son condiciones habilitantes para el cambio transformacional en la metodología (Bernal Párraga et al., 2025).

A pesar de estos desarrollos, aún es necesario contar con modelos explicativos que articulen sistemáticamente las relaciones entre el aprendizaje activo, el uso de tecnología y el rendimiento en matemáticas. Esta investigación aborda esta brecha proponiendo y validando un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) para analizar el impacto del diseño intencionado de recursos digitales interactivos y metodologías activas en el razonamiento matemático de los estudiantes de educación básica y, a través de esto, en la resolución de problemas.

Material y métodos

El estudio se ejecutó bajo un diseño explicativo, no experimental, transversal, y predictivo, enfocándose en la construcción de modelos de ecuaciones estructurales de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) y la medición de relaciones en aprendizaje activo, uso de la tecnología, razonamiento matemático, motivación, y solución de problemas. Este tipo de diseño se considera relevante para la investigación educativa en donde se analizan relaciones de variables latentes en contextos reales de muestreo no

aleatorio y con escalas métricas de nivel ordinal (Hair & Alamer, 2022). Así que, la investigación no asumió un carácter cuasi-experimental ni tampoco conllevó la asignación aleatoria a condiciones, más bien estuvo orientado a análisis de modelos predictivos y explicativos de un marco teórico contemporáneo en metodologías activas y tecnología educativa.

La investigación se llevó a cabo en instituciones educativas públicas en las provincias de Guayas y Manabí, Ecuador, que implementan el currículo oficial de Matemáticas para la Educación Básica General. La población objetivo consistió en 130 estudiantes matriculados en sexto y séptimo grados, los niveles donde se consolidan las competencias asociadas con el razonamiento matemático y la solución de problemas no rutinarios. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando aulas intactas con la autorización institucional. El tamaño de la muestra se considera apropiado para el análisis PLS-SEM bajo el criterio de la regla de diez veces el número máximo de relaciones estructurales dirigidas a una variable endógena, que se cumplió en el modelo propuesto (Hair & Alamer, 2022). La muestra presentó diversidad sociocultural y condiciones heterogéneas de acceso tecnológico, lo que agrega realismo contextual al análisis predictivo realizado.

Considerando el Aprendizaje Activo y el Uso de Tecnología como variables exógenas, y la Solución de Problemas como la variable endógena final, el modelo estructural incluyó el Razonamiento Matemático y la Motivación como variables mediadoras. Se asumió una influencia positiva de las prácticas pedagógicas activas y la integración tecnológica en el rendimiento matemático de los estudiantes, a nivel de intermediario cognitivo, particularmente, de razonamiento conceptual, y a un nivel inferior, de intermediario motivacional. Se examinaron relaciones directas e indirectas a partir del modelo hipotético considerando efectos mediadores a través de re-muestreo bootstrap.

Para la recolección de datos, construimos un instrumento con 20 ítems formateados como preguntas tipo Likert con una escala de respuesta de cuatro puntos (1 = Nunca; 4 = Siempre). El instrumento consistió en cinco dimensiones, cada una con cuatro ítems: Aprendizaje Activo, Uso de Tecnología, Razonamiento Matemático, Solución de Problemas y Motivación. La validez de contenido se estableció a través del juicio de

expertos y cuantificación con V de Aiken, con el fin de garantizar que los ítems y los constructos teóricos evaluados fueran consistentes. La validez de constructo se midió posteriormente a través del modelo de medición PLS-SEM, analizando las cargas factoriales, la confiabilidad compuesta, el alfa de Cronbach, la varianza extraída promedio (AVE) y el índice HTMT para la validez discriminante.

La implementación del instrumento se llevó a cabo durante las horas escolares regulares, con la autorización previa de las autoridades institucionales y el consentimiento informado de los representantes legales. Los estudiantes respondieron individualmente bajo la supervisión del profesor para garantizar el anonimato y la confidencialidad. Los datos fueron codificados y digitalizados para el análisis estadístico, asegurando integridad y control de calidad en el procesamiento.

Para la presente investigación, los análisis se llevaron a cabo a través de la técnica de mínimos cuadrados parciales mediante modelamiento de ecuaciones estructurales (PLS-SEM). Para determinar la significancia estadística de los coeficientes, se utilizaron bootstrapping de 5.000 muestras. En el modelo de medición, se evaluaron las cargas factoriales, la confiabilidad compuesta (CR), el alfa de Cronbach, la varianza extraída promedio (AVE) y la validez discriminante con el criterio HTMT. En el modelo estructural, se estimaron los coeficientes de trayectorias (β), los valores t y p, el tamaño del efecto (f^2), la varianza explicada (R^2), la relevancia predictiva (Q^2) y los efectos indirectos con confianza del 95% en los intervalos. Se examinaron, a través de este procedimiento, las relaciones directas y los mecanismos de mediación en el modelo teórico propuesto.

El estudio aseguró el cumplimiento de principios éticos: información clara sobre objetivos y procedimientos, consentimiento informado de familias/tutores y asentimiento de estudiantes, resguardo de la confidencialidad y anonimización de los datos, así como uso exclusivo con fines académicos y de mejora educativa.

Resultados

El análisis descriptivo inicial ha permitido identificar patrones consistentes a través de las cinco dimensiones estudiadas: Aprendizaje Activo (AA), Uso de Tecnología (UT), Razonamiento Matemático (RM), Resolución de Problemas (RP) y Motivación (MO). En general, la muestra muestra un alto nivel de acuerdo en los ítems relacionados con prácticas pedagógicas activas y el uso pedagógico de tecnología, indicando una percepción favorable de las metodologías activas mediadas digitalmente en el aula de Matemáticas. La Tabla 1 proporciona estadísticas descriptivas globales por dimensión.

Tabla 1

Estadísticas descriptivas por dimensión Fuente: Elaboración propia

Dimensión	M	DE
Aprendizaje Activo	3.34	0.51
Uso de Tecnología	3.42	0.49
Razonamiento Matemático	3.37	0.47
Resolución de Problemas	3.45	0.46
Motivación	3.48	0.52

Nota. M = media; DE = desviación estándar.

Los resultados muestran que Motivación (MT = 3.48; SD = 0.52) y Resolución de Problemas (PS = 3.45; SD = 0.46) tienen las medias más altas, lo que sugiere que los estudiantes no solo ven las estrategias activas como útiles, sino que también expresan una disposición positiva hacia el aprendizaje de matemáticas mediado por la tecnología.

La dimensión aprendizaje activo (M = 3.34) muestra igualmente niveles altos, los estudiantes identifican los elementos participación, trabajo colaborativo y

contextualización como elementos frecuentes en la dinámica de clase. Este patrón descriptivo es coherente con la pedagogía de clase que se basa en modelos activos orientados a la interacción, a la problematización y a la construcción social del conocimiento.

El modelo de medición se evaluó con PLS-SEM y con 5,000 remuestras bootstrap.

Tabla 2

Cargas factoriales y calidad psicométrica del modelo de medición. Fuente: Elaboración propia

Constructo	λ promedio	α	CR	AVE
Aprendizaje Activo	.79	.82	.88	.65
Uso de Tecnología	.81	.84	.89	.67
Razonamiento Matemático	.83	.86	.90	.69
Resolución de Problemas	.80	.83	.88	.64
Motivación	.85	.88	.91	.72

Nota. λ = carga factorial promedio; α = alfa de Cronbach; CR = confiabilidad compuesta; AVE = varianza extraída promedio.

Las cargas factoriales fueron de entre .71 y .89, la mayoría de los ítems supera la recomendación de .70.

Los valores de la confiabilidad compuesta ($CR > .88$) y alfa de Cronbach ($> .82$) muestran que existe buena consistencia interna. Además, la AVE fue superior a .50 en todos los casos, lo que confirma la validez convergente.

Tabla 3

Matriz de validez discriminante (HTMT). Fuente: Elaboración propia

	AA	UT	RM	RP	MO
AA	—	.61	.58	.49	.64
UT		—	.66	.52	.71
RM			—	.73	.59
RP				—	.55
MO					—

Nota. AA = Aprendizaje Activo; UT = Uso de Tecnología; RM = Razonamiento Matemático; RP = Resolución de Problemas; MO = Motivación. Todos los valores HTMT < .85.

Todos los valores HTMT estaban por debajo de .85, confirmando la diferenciación conceptual entre dimensiones. Este hallazgo indica que, aunque interrelacionadas, las variables representan constructos teóricamente distintos dentro del proceso de aprendizaje matemático.

El análisis estructural permitió identificar relaciones significativas entre las dimensiones pedagógicas y cognitivas.

Tabla 4

Coefficientes estructurales del modelo. Fuente: Elaboración propia

Relación	β	t	p	f ²
AA → RM	.32	3.84	< .001	.14
UT → RM	.41	4.96	< .001	.21
RM → RP	.55	6.72	< .001	.39
MO → RP	.19	2.31	.021	.06

Relación	β	t	p	f^2
UT $\rightarrow$ MO	.46	5.22	< .001	.27
AA $\rightarrow$ MO	.28	3.01	.003	.11

Nota. β = coeficiente estandarizado; f^2 = tamaño del efecto.

Se pueden identificar varios patrones relevantes.

Usar Tecnología tiene el efecto más grande sobre Razonamiento Matemático con un β de .41, lo que indica que el uso de procesos digitales apoya el desarrollo de reglas mentales.

El Razonamiento Matemático, con un β de .55, explica la Resolución de Problemas. Es así que se convierte en la variable más importante del modelo.

Motivación, aunque en un efecto de menor relevancia, también contribuye, con un β de .19, en la Resolución de Problemas.

Los tamaños de efecto (f^2) son indicativos de un efecto moderado en las relaciones UT $\rightarrow$ RM y RM $\rightarrow$ RP.

Tabla 5

Varianza explicada y relevancia predictiva Fuente: Elaboración propia

Variable endógena	R^2	Q^2
Razonamiento Matemático	.47	.31
Motivación	.42	.28
Resolución de Problemas	.63	.44

Nota. R^2 = varianza explicada, Q^2 = relevancia predictiva de Stone–Geisser.

El modelo explica 63% de la varianza de la Resolución de Problemas, lo que indica un poder explicativo en el contexto educativo bastante relevante.

Tabla 6

Efectos indirectos.

Mediación	β indirecto	IC 95%	Resultado
AA $\rightarrow$ RM $\rightarrow$ RP	.18	[.09, .29]	Significativo
UT $\rightarrow$ RM $\rightarrow$ RP	.23	[.14, .35]	Significativo

Nota. IC = intervalo de confianza bootstrap 95%.

El razonamiento matemático se considera una mediación parcial entre la práctica activa, la tecnología y la solución de problemas.

La convergencia de resultados descriptivos y estructurales identifica un patrón robusto: las metodologías activas y el uso de tecnología no influyen directamente en el rendimiento en la resolución de problemas, sino indirectamente al fortalecer el razonamiento matemático y la motivación.

Que el Razonamiento Matemático explica más de la mitad de la varianza en la Resolución de Problemas refuerza su papel estructural en el proceso de aprendizaje matemático. Además, el efecto indirecto significativo sugiere que la tecnología actúa más como un catalizador cognitivo que como un factor instrumental e aislado.

Toda la evidencia apoya la hipótesis central del estudio: que la integración diseñada de manera intencionada de metodologías activas y recursos digitales interactivos avanza

significativamente en el desarrollo del razonamiento matemático, lo que, a su vez, aumenta la capacidad de resolución de problemas.

Desde la perspectiva pedagógica, el resultado acentúa la necesidad de elaboración de diseños de experiencias de enseñanza en donde la tecnología se incorpore de forma reflexiva, colaborativa e integradora contextualmente, en oposición a ser utilizada de forma más tradicional y aditiva.

Discusión.

Los resultados del modelo estructural mantienen las hipótesis centrales del estudio. Ambos, Aprendizaje Activo ($\beta = .32$, $p < .001$) y Uso de Tecnología ($\beta = .41$, $p < .001$) predijeron de forma significativa Razonamiento Matemático, siendo el segundo el que explica el mayor porcentaje de la variabilidad en la Resolución de Problemas ($\beta = .55$, $p < .001$). Estos hallazgos afirman que las prácticas pedagógicas activas y la integración tecnológica no actúan como variables independientes del rendimiento, sino más bien como catalizadores de procesos cognitivos.

La interacción digital estructurada ha mostrado procesos de razonamiento, visualización y retroalimentación formativa en el uso de la tecnología. Esto ha sido apoyado por la evidencia internacional donde el uso de tecnología en el razonamiento matemático ha mostrado resultados positivos (Smit et al., 2023). Además, facilitando el uso de constructivismo en plataformas digitales, se ha facilitado el uso de las funciones ejecutivas en la resolución de problemas matemáticos (Chaiarwut et al., 2025). En el país se ha mostrado a nivel investigativo en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación donde se ha reportado mejoramiento en contrarrestar el problema y el uso de estrategias en la resolución de problemas matemáticos (Cosquillo Chida et al., 2025; Bernal Parraga et al., 2024).

Los resultados de la prueba de PISA también han mostrado que el uso de la tecnología en el aula de manera estructurada es bueno para elevar los logros de los alumnos en

matemáticas (Joshi et al., 2025). En el uso de estrategias de andamiaje, el uso de tecnología ha mostrado los mejores resultados en el reforzamiento de la materia de matemáticas (Fierro Barrera et al., 2024). Esto muestra que la estructura de los Objetivos de la PIA de los años 2022 ha mostrado resultados positivos en la educación regional y en los países.

Desde la perspectiva de una metodología investigativa, el uso de PLS-SEM con $N = 130$ está en conformidad con las pautas para modelado predictivo en contextos educativos con tamaños de muestra moderados (Hair & Alamer, 2022). El 63% de varianza explicada en la Resolución de Problemas demuestra un poder explicativo sustancial, superando lo que se reporta en varios estudios estructurales en educación primaria.

El hallazgo más notable del modelo es el papel mediador del Razonamiento Matemático en la relación entre Aprendizaje Activo, Uso de Tecnología y Resolución de Problemas. Los efectos indirectos significativos confirman que la influencia pedagógica opera a través de mecanismos cognitivos específicos.

Este patrón se alinea con modelos de mediación donde algunas de las variables intervinientes, como la autoeficacia o la autorregulación, se dice que explican el papel de los factores contextuales en el rendimiento (Tan et al., 2025). Posteriormente, estudios más recientes han indicado que la autorregulación emocional tiene una influencia significativa en el rendimiento académico, sirviendo como una variable moduladora del aprendizaje (Bernal Párraga et al., 2025). Estrategias psicológicas orientadas a fortalecer la autoeficacia académica y la motivación, asimismo, están asociadas a una mejora en el rendimiento académico (Vargas Castro et al., 2024).

En entornos digitales avanzados, Ouyang (2025) reportó mediación serial donde las plataformas adaptativas influyen en los resultados a través de procesos autorregulatorios. Estudios nacionales sobre personalización basada en IA han demostrado que los sistemas adaptativos personalizan trayectorias de aprendizaje cuando se dirigen a los procesos cognitivos subyacentes (Padilla Chicaiza et al., 2025; Zamora Arana et al., 2024). Aunque el presente estudio no modeló una serie compleja de mediación, los resultados son

sugestivos de que el razonamiento matemático cumple un propósito estructuralmente similar.

Kok et al. (2025) demostraron además que el compromiso estudiantil media la relación entre la asistencia digital y la satisfacción académica, reforzando la noción de que las tecnologías educativas funcionan, al menos en su mayor parte, a través del fortalecimiento de variables psicológicas y cognitivas.

La convergencia entre resultados cuantitativos estructurales y evidencia cualitativa fortalece la robustez interpretativa del estudio. Las categorías emergentes de colaboración, participación activa y apoyo tecnológico ecoan las trayectorias significativas del modelo SEM.

La investigación sobre el compromiso digital ha mostrado que la participación activa explica la mayoría de las variaciones en el rendimiento académico (Lu et al., 2022; Fabian et al., 2022). De igual manera, el metaanálisis realizado por Fadda et al. (2022) concluyó que el efecto de los juegos digitales depende de su capacidad para mejorar el compromiso cognitivo.

Contexto nacional, estudios de colaboración en aula de matemáticas indican que la interacción estructurada promueve argumentación y construcción de conocimientos de manera colectiva (Zamora Franco et al., 2024). Por su parte, investigación en educación inclusiva, evidencia que estrategias adaptativas y participativas favorecen el aprendizaje en contextos diversos (Yaulé Chingo et al., 2024). Esta convergencia evidencia que los resultados cuantitativos, efectivamente, se alinean con la percepción de los estudiantes respecto a la práctica de incluir estrategias activas.

La investigación aporta al campo al catalogar empíricamente un modelo en el que las metodologías activas y los recursos digitales se articulan para alterar el desempeño matemático, a través de un mecanismo central, el de la cognición, es decir, el razonamiento matemático.

Este trabajo se suma al análisis estructural que explica el razonamiento como el elemento mediador, ampliando la revisión de modelos que hasta ahora se han centrado en la infraestructura tecnológica. Esto está alineado con estudios que, a diferencia de la infraestructura, subrayan la importancia de la capacitación docente y la cultura del docente respecto al uso de las TIC (Peng et al., 2024; Russo, 2024).

La inclusión de variables formativas también ha sido representada en la investigación relacionada con los enfoques innovadores en la formación docente, que requieren una capacitación que incluya competencias pedagógicas digitales, para que puedan tener un impacto real en el aprendizaje (Troya Santillán et al., 2024b; Bernal Párraga et al., 2025).

Los resultados en el contexto de las políticas educativas sugieren que la inversión en tecnología es el punto de partida, y debe ser acompañada por estrategias de enseñanza activas, formación específica de los docentes, y una estructura curricular bien definida. La investigación sobre la formación docente en el uso de estrategias innovadoras sugiere que el impacto metodológico es consecuencia de la formación profesional del docente (Bernal Párraga et al., 2025).

Igualmente, la implementación de plataformas adaptativas de IA debe centrarse en el desarrollo del razonamiento y no en la automatización de procesos (Padilla Chicaiza et al., 2025). La evidencia apunta que el éxito de dichas herramientas depende de su integración en los procesos pedagógicos.

El estudio tiene limitaciones relacionadas con el tamaño de la muestra ($N = 130$) y el diseño no experimental. Aunque el PLS-SEM es apropiado (Hair & Alamer, 2022), las generalizaciones deben hacerse con cuidado. Además, variables como el clima en el aula, el liderazgo docente o factores socioemocionales no fueron modelados explícitamente, aunque investigaciones previas sugieren su importancia (Vargas Castro et al., 2024).

La investigación futura debe:

Usar diseños longitudinales para capturar trayectorias de razonamiento.

Incluir modelos multinivel que abarquen tanto variables docentes como institucionales.

Investigar mediaciones complejas en serie en entornos adaptativos según los hallazgos de estudios sobre IA educativa (Ouyang, 2025; Padilla Chicaiza et al., 2025).

Explorar el impacto diferencial en entornos inclusivos (Yaule Chingo et al., 2024).

Conclusiones

Este estudio muestra evidencia empírica sólida sobre el impacto de metodologías activas basadas en recursos digitales interactivos, en el desarrollo del razonamiento matemático y las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes de educación primaria. A partir de un modelo de ecuaciones estructurales estimado por PLS-SEM, se confirma que la influencia pedagógica de tales metodologías no opera directamente sobre el rendimiento, sino más bien a través de mecanismos cognitivos intermedios claramente identificables.

Para comenzar, los resultados muestran que tanto el Aprendizaje Activo como el Uso de Tecnología, predicen significativamente el Razonamiento Matemático. Esto sugiere que la colaboración participativa, la contextualización de tareas y el uso de recursos digitales interactivos, facilitan los procesos de análisis, argumentación y planificación estratégica. Como resultado, el razonamiento matemático emerge como una variable estructural clave dentro del modelo explicativo del rendimiento.

La mejora en la Resolución de Problemas está en la mejora y desarrollo que los alumnos tengan en la identificación de patrones, la justificación de procedimientos y la transferencia de estrategias a situaciones nuevas y la Tecnología Educativa por sí sola, no mejora el rendimiento de los alumnos en la práctica, mediada por el desarrollo de los procesos cognitivos. Es por esta razón que el hallazgo más relevante en la relación de mediación de Razonamiento Matemático entre las prácticas pedagógicas y la Resolución de Problemas, es la mediación que la Motivación presenta a la Resolución de Problemas, que a pesar de que es de poca magnitud, es significativa. Esta relación activa en el entorno digital no solo provee un soporte sobre el proceso cognitivo, sino que también estimula el afecto hacia las Matemáticas. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que el mediador cognitivo de impacto, es el que presenta más carga explicativa que el mediador

motivacional, por lo que el impacto pedagógico sigue el sentido de reforzar el Razonamiento Matemático en un nivel más conceptual.

Desde Canadá, e inscrito dentro de los modelos teóricos, el estudio se sumará junto a una serie de estudios al campo de la teorización e integración del modelo que defiende la interdependencia de la innovación en la didáctica de la matemática, la tecnología educativa y los procesos cognitivos que configuran el aprendizaje de la matemática. Esta integración permite la superación de modelos explicativos que se reducen únicamente a la oferta y demanda de la infraestructura tecnológica, o que se concentran solo en variables de motivación, por lo que estructuran una explicación del nivel de desempeño de los estudiantes.

Desde esta perspectiva, la PLS-SEM, basada en una muestra de $N = 130$, ha demostrado que se puede evaluar el alcance de la predicción de las relaciones en el entorno de los colegios, lo que otorga estimaciones sólidas por medio del 'bootstrapping' y análisis exhaustivos. El 63 % de la varianza que se explica en la Resolución de Problemas, muestra el uso de la potencia predictiva en lo que a su vez, reafirma la consistencia del modelo.

A pesar de las bondades del modelo, se debe considerar que el esquema muestral, a pesar de ser adecuado para hacer PLS-SEM, impide la generalización a otros contextos, así mismo, el diseño transversal limita las posibilidades de hablar de causalidades. Por lo que, la perspectiva de la evaluación basada en la autoinformación puede introducir sesgos de autorreflexión, por lo que se debe avanzar en estudios que, además de utilizar la evaluación de desempeño objetiva, propongan un análisis longitudinal.

Referencias Bibliográficas

Alvarez Piza, R. A., Del Hierro Pérez, M. C., Vera Molina, R. M., Moran Piguave, G. D., Pareja Mancilla, S. S., Narváez Hoyos, J. J., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Desarrollo del pensamiento lógico a través de la resolución de problemas en matemáticas:

- Estrategias eficaces para la educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2212–2229. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13686
- Bernal Párraga, A. P., Armijos Minuche, A. de L., Granda Floril, S. C., Belduma Bravo, J. del C., Quiroz Ponce, K. G., & Aguirre Zambrano, J. A. (2025). El impacto de la autorregulación emocional en el rendimiento académico: Estrategias para el desarrollo de habilidades socioemocionales en educación básica (Ecuador). *O Universo Observável*, 2(2). <https://doi.org/10.69720/29660599.2025.00053>
- Bernal Parraga, A. P., Sandra Veronica, L. P., Orozco Maldonado, M. E., Arreaga Soriano, L. L., Vera Figueroa, L. V., Chimbay Vallejo, N. M., & Zambrano Lamilla, L. M. (2024). Análisis comparativo de la metodología STEM y otras metodologías activas en la educación general básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10094–10113. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13153
- Bernal Párraga., Alvarez SantosA., & Mite CisnerosM. (2025). Formación docente: enfoques pedagógicos innovadores para el fortalecimiento de competencias profesionales en el siglo XXI. *Varona*, (84). Recuperado a partir de <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rVar/article/view/2981>
- Chaiarwut, S., Srikoon, S., Siritaratiwat, A., & Kwangmuang, P. (2025). Enhancing executive mathematics problem-solving through a constructivist digital learning platform: Design, development and evaluation. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101338. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101338>
- Cosentino, G., Anton, J., Sharma, K., Gelsomini, M., Giannakos, M., & Abrahamson, D. (2025). Exploring children's embodied interactions through digitally facilitated enactment: A case study when math education MOVES. *International Journal of Human-Computer Studies*, 201, 103509. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2025.103509>
- Cosquillo Chida, J. L., Burneo Cosios, L. A., Cevallos Cevallos, F. R., Moposita Lasso, J. F., & Bernal Parraga, A. P. (2025). Innovación didáctica con TIC en el aprendizaje de matemáticas: Estrategias interactivas para potenciar el pensamiento lógico y la resolución de problemas. *Revista Iberoamericana de la Educación*, 9(1), 269–286. <https://doi.org/10.31876/rie.v9i1.299>
- Dai, C.-P., Ke, F., Pan, Y., & Liu, Y. (2023). Exploring students' learning support use in digital game-based math learning: A mixed-methods approach using machine learning and multi-cases study. *Computers & Education*, 192, 104698. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104698>

- Debrenti, E. (2024). Game-Based Learning experiences in primary mathematics education. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1331312>
- Fabian, K., Smith, M., Taylor-Smith, E., & Meharg, D. (2022). Identifying factors influencing study skills engagement and participation for online learners in higher education during COVID-19. *British Journal of Educational Technology*, 53(6), 1917–1936. <https://doi.org/10.1111/bjet.13221>
- Fadda, D., Pellegrini, M., Vivanet, G., & Zandonella Callegher, C. (2022). Effects of digital games on student motivation in mathematics: A meta-analysis in K–12. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1327–1344. <https://doi.org/10.1111/jcal.12618>
- Fierro Barrera , G. T., Aldaz Aimacaña, E. del R., Chipantiza Salán , C. M., Llerena Mosquera, N. C., Morales Villegas, N. R., Morales Armijo , P. A., & Bernal Párraga, A. P. (2024). El Refuerzo Académico en Educación Básica Superior en el Área de Matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9639-9662. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13115
- García-Ceberino, J. M., Antúnez, A., Ibáñez, S. J., & Feu, S. (2020). Design and validation of the instrument for the measurement of learning and performance in football. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4629. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134629>
- Goodboy, A. K., & Martin, M. M. (2020). Omega over alpha for reliability estimation of unidimensional communication measures. *Annals of the International Communication Association*, 44(4), 422–442. <https://doi.org/10.1080/23808985.2020.1846135>
- Guillén-Gámez, F. D., Mayorga-Fernández, M. J., & Álvarez-García, F. J. (2021). A study on the actual use of digital competence in the educational setting and the relationship with work motivation. *RED. Revista de Educación a Distancia*. <https://doi.org/10.6018/red.474981>
- Hair, J. F., & Alamer, A. (2022). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Research Methods in Applied Linguistics*, 1(3), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027>
- Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use omega rather than Cronbach's alpha for estimating reliability. *But.... Communication Methods and Measures*, 14(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/19312458.2020.1718629>

- Joshi, D. R., Khanal, J., et al. (2025). Digital resource engagement and mathematics achievement: In-depth analysis of PISA 2022 data. *Children and Youth Services Review*. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100782>
- Kok, X.-F. K., Pua, C. Y., & Puah, S. (2025). The mediating role of student engagement in the relationship between teacher and digital support and learner satisfaction in blended learning environments at higher education. *British Educational Research Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/berj.4123>
- Lu, C., Huang, H., & Yang, J. (2022). Online engagement and performance on formative assessments: A structural equation modeling approach. *Smart Learning Environments*, 9, 3. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00307-5>
- Mazi, A. (2025). Developing a teacher attitude scale for inclusive mathematics education. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 102223. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102223>
- Ochugboju, A. O., & Díez-Palomar, J. (2025). Systematic review on the use of virtual and physical manipulatives by primary school teachers. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 102188. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102188>
- Orden Guaman, C. R., Salinas Rivera, I. K., Paredes Montesdeoca, D. G., Fernandez Garcia, D. M., Silva Carrillo, A. G., Bonete Leon, C. L., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Gamificación versus otras estrategias pedagógicas: Un análisis comparativo de su efectividad en el aprendizaje y la motivación de estudiantes de educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 9939–9957. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13142
- Ouyang, Z. (2025). Self-regulated learning and engagement as serial mediators between AI-driven adaptive learning platform characteristics and educational quality: A psychological mechanism analysis. *Frontiers in Psychology*, 16, 1646469. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1646469>
- Padilla Chicaiza, V. A., Chanatasig Montaluisa, B. M., Moreira Cedeño, J. del C., Molina Ayala, E. T., Estela Teresa, S. V., & Bernal Parraga, A. P. (2025). Inteligencia artificial y aprendizaje de idiomas: Personalización del aula de inglés a través de plataformas adaptativas. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 6(2), 477–506. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i2.643>
- Peng, R., Abdul Razak, R., & Halili, S. H. (2024). Exploring the role of attitudes, self-efficacy, and digital competence in influencing teachers' integration of ICT: A partial

- least squares structural equation modeling study. *Heliyon*, 10(9), e34234. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34234>
- Pinto Santubera, C., Ortiz Salgado, R., Muñoz Mendoza, C. L., Yáñez Alvarado, M., & Letelier Sanza, P. (2020). Cuestionario de autorregulación del aprendizaje en línea (OSLQ): estudio de validez y fiabilidad de la versión en español. *Estudios Pedagógicos*, 46(2), 251–268. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052020000200251>
- Quiroz Moreira, M. I., Mecias Cordova, V. Y., Proaño Lozada, L. A., Hernández Centeno, J. A., Chóez Acosta, L. A., Morales Contreras, A. M., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Plataformas de evaluación digital: Herramientas para optimizar el feedback y potenciar el aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 2020–2036. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13673
- Russo, J. A. (2024). Examining primary school educators' preferences for using digital vs non-digital games in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2361699>
- Serrano Aguilar, N. S., Paredes Montesdeoca, D. G., Silva Carrillo, A. G., Pilatasig Patango, M. R., Ibáñez Oña, J. E., Tumbez Cunuhay, L. F., & Bernal Parraga, A. P. (2024). Aprendizaje híbrido: Modelos y prácticas efectivas para la educación post-pandemia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10074–10093. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13152
- Shao, Y., Liu, Q., Dong, Y., & Liu, J. (2024). Perceived formative assessment practices in homework and creativity competence: The mediating effects of self-confidence in learning and intrinsic motivation. *Studies in Educational Evaluation*, 82, 101376. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2024.101376>
- Smit, R., Hess, K., Taras, A., Bachmann, P., & Dober, H. (2023). The role of interactive dialogue in students' learning of mathematical reasoning: A quantitative multi-method analysis of feedback episodes. *Learning and Instruction*, 86, 101777. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101777>
- Susanta, A., Sumardi, H., Susanto, E., & Retnawati, H. (2025). Literacy skills through the use of digital STEAM-inquiry learning modules: A comparative study of urban and rural elementary schools in Indonesia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16170>
- Tan, Y., Yang, T., Yang, J., & Li, K. (2025). Mediation of mathematical self-efficacy in the relationship between teacher-student relationships and mathematics achievement by

- grade and academic level: A multi-group structural equation modeling approach. *Learning and Individual Differences*, 115, 102696. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2025.102696>
- Troya Santilán, B. N., Garcia Sosa, S. M., Medina Marino, P. A., Campoverde Duran, V. D. R., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Diseño e implementación del gaming impulsado por IA para mejorar el aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4051–4071. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11611
- Troya Santillán, C. M., Bernal Párraga, A. P., Guaman Santillan, R. Y., Guzmán Quiña, M. de los A., & Castillo Alvare, M. A. (2024). Formación docente en el uso de herramientas tecnológicas para el apoyo a las necesidades educativas especiales en el aula. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 3768–3797. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11588
- Valero Larico, D., Benavente Gutierrez, M. A., Talavera-Mendoza, F., & Rucano Paucar, F. H. (2026). Digital applications in mathematics learning for secondary school students: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 22(1). <https://doi.org/10.29333/ejmste/17760>
- Vargas Castro, M. F., Cabrera Brown, M. N., Moreira Quiroz, H. B., Martínez Oviedo, M. Y., Bonilla Villegas, T. J., Bernal Parraga, A. P., & Bonilla Villegas, S. I. (2024). Estrategias psicológicas para mejorar la autoestima y el rendimiento académico en estudiantes de educación general básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 6930–6945. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14112
- Xu, J., Li, J., & Yang, J. (2024). Self-regulated learning strategies, self-efficacy, and learning engagement of EFL students in smart classrooms: A structural equation modeling analysis. *System*, 123, 103451. <https://doi.org/10.1016/j.system.2024.103451>
- Yaule Chingo, M. B., Suarez Cobos, C. A., Dias Pilatasig, M. J., Olalla Faz, M. I., Zamora Batioja, I. J., Arequipa Molina, A. D., & Bernal Párraga, A. P. (2024). Análisis del impacto de estrategias de inclusión en el aprendizaje de niños con capacidades especiales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 5408–5425. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12757
- Zambrano Vergara, B. J., Bernal Párraga, A. P., Nivelá Cedeño, A. N., Garcia Jimenez, D. I., Guevara Guevara, N. P., & Bravo Alcívar, G. M. (2024). Estrategias de gestión de aula para fomentar el aprendizaje autónomo en la educación inicial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 5379–5406. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11745

Zamora Arana, M. G., Bernal Párraga, A. P., Ruiz Cires, O. A., Cholango Tenemaza, E. G., & Santana Mero, A. P. (2024). Impulsando el aprendizaje en el aula: El rol de las aplicaciones de aprendizaje adaptativo impulsadas por inteligencia artificial en la educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4301–4318. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11645

Zamora Franco, A. F., Bernal Párraga, A. P., García Paredes, E. B., Herrera Lemus, L. P., Camacho Torres, V. L., Simancas Malla, F. M., & Haro Cedeño, E. L. (2024). Estrategias para Fomentar la Colaboración en el Aula de Matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 616-639. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12310

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés