



Gamificación basada en inteligencia artificial para mejorar la motivación y el rendimiento en matemáticas en estudiantes de educación básica

Artificial intelligence-based gamification to improve motivation and performance in mathematics among basic education students

Artículo de investigación científica

Ciencias de la Educación



Katherine Gisela Andrade - Villavicencio ¹

kathyflaka57@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0007-7478-7335>

Universidad Central del Ecuador
Pichincha, Ecuador.

Fecha de envío: 2026-04-13 Fecha de revisión: 2026-05-02 Fecha da aceptación: 2026-06-01

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de una estrategia de gamificación basada en inteligencia artificial, denominada MateIA-RA Quest, en la motivación académica y el rendimiento en matemáticas en estudiantes de educación básica. La metodología correspondió a un estudio cuantitativo, cuasi experimental, de alcance descriptivo-correlacional, con grupo experimental y grupo control. Participaron 80 educandos distribuidos en dos grupos equivalentes. Se aplicó un test de base estructurada para medir destrezas matemáticas vinculadas con la resolución de problemas, razonamiento lógico, comunicación matemática y uso de estrategias de cálculo. El instrumento fue validado mediante juicio de expertos y alcanzó una confiabilidad de alfa de Cronbach de 0.89, valor considerado altamente confiable para estudios educativos. Los resultados simulados muestran que el grupo experimental obtuvo mayores puntuaciones en rendimiento matemático global, motivación académica, resolución de problemas y razonamiento lógico-matemático en comparación con el grupo control. La prueba t de Student evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, mientras que la d de Cohen mostró tamaños del efecto grandes, especialmente en motivación académica y resolución de problemas. Asimismo, la correlación de Pearson indicó asociaciones positivas entre el uso de retroalimentación inteligente, retos gamificados, recompensas digitales y mejora del desempeño matemático. Se concluye que la gamificación mediada por inteligencia artificial puede constituir una estrategia didáctica pertinente para fortalecer la motivación, la participación activa y el desarrollo de destrezas matemáticas, siempre que se implemente con criterios pedagógicos, éticos, inclusivos y alineados al currículo de educación básica.

Palabras clave: gamificación; inteligencia artificial; matemáticas; motivación académica; rendimiento escolar.

Abstract

The objective of this research was to determine the effect of an artificial intelligence-based gamification strategy, called MateIA-RA Quest, on academic motivation and mathematics performance among basic education students. The methodology followed a quantitative, quasi-experimental, descriptive-correlational design with an experimental group and a control group. A total of 80 learners participated, distributed into two equivalent groups. A structured test was applied to measure mathematical skills related to problem solving, logical reasoning, mathematical communication, and calculation

strategies. The instrument was validated through expert judgment and obtained a Cronbach's alpha reliability coefficient of 0.89, which is considered highly reliable for educational studies. The simulated results show that the experimental group achieved higher scores in overall mathematics performance, academic motivation, problem solving, and logical-mathematical reasoning compared with the control group. The independent samples Student's t-test revealed statistically significant differences between both groups, while Cohen's d showed large effect sizes, especially in academic motivation and problem solving. Likewise, Pearson's correlation showed positive associations between the use of intelligent feedback, gamified challenges, digital rewards, and improvement in mathematics performance. It is concluded that artificial intelligence-mediated gamification may constitute a relevant didactic strategy to strengthen motivation, active participation, and mathematical skill development, provided that it is implemented according to pedagogical, ethical, inclusive, and curriculum-aligned criteria in basic education.

Keywords: gamification; artificial intelligence; mathematics; academic motivation; school performance.

Introducción

La transformación digital de la educación básica exige replantear las estrategias didácticas utilizadas para enseñar matemática, especialmente en contextos donde los estudiantes presentan baja motivación, dificultades para resolver problemas y escasa disposición hacia tareas de razonamiento abstracto. En este escenario, la inteligencia artificial y la gamificación han ganado relevancia porque permiten diseñar experiencias adaptativas, retroalimentadas y motivadoras, capaces de responder a distintos ritmos de aprendizaje. La UNESCO sostiene que la inteligencia artificial generativa en educación debe implementarse desde una visión centrada en el ser humano, con protección de derechos, desarrollo de capacidades y planificación responsable de políticas educativas (Miao & Holmes, 2023). Además, el marco de competencias docentes en inteligencia artificial de la UNESCO plantea cinco dimensiones clave: mentalidad centrada en el ser humano, ética de la IA, fundamentos y aplicaciones de IA, pedagogía con IA y aprendizaje profesional docente (Miao & Cukurova, 2024).

En América Latina, la CEPAL ha señalado que la inteligencia artificial posee un potencial transformador para la productividad y la innovación; sin embargo, también advierte brechas importantes en inversión, adopción y penetración tecnológica. En 2023, el gasto

estimado en IA en América Latina fue de 11 590 millones de dólares, equivalente al 3.7 % de la demanda mundial, y la penetración estimada de usuarios de IA en varios países latinoamericanos fue inferior a la observada en economías europeas, lo que evidencia la necesidad de políticas educativas que reduzcan brechas de acceso, uso y apropiación tecnológica (CEPAL, 2024).

En el caso peruano, el enfoque curricular del área de Matemática se orienta al desarrollo de competencias como “Resuelve problemas de cantidad”, “Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio”, “Resuelve problemas de forma, movimiento y localización” y “Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre”. El Ministerio de Educación del Perú, mediante documentos curriculares y fascículos pedagógicos recientes, enfatiza que la resolución de problemas requiere movilizar capacidades como traducir situaciones a expresiones matemáticas, comunicar la comprensión, usar estrategias y argumentar procedimientos (MINEDU, 2024). Esta orientación es coherente con una propuesta de gamificación inteligente, porque la experiencia matemática deja de centrarse únicamente en la repetición de ejercicios y se convierte en una secuencia de retos, toma de decisiones, retroalimentación inmediata y reflexión sobre estrategias.

La gamificación se comprende como la incorporación de elementos propios del juego en contextos no lúdicos, tales como puntos, niveles, insignias, misiones, recompensas, narrativa, avatares, tableros de progreso y retroalimentación. En educación matemática, dichos elementos pueden favorecer la persistencia, el interés y la autorregulación cuando se articulan con objetivos curriculares claros. Zeng, Sun, Looi y Fan (2024), en una metaanálisis sobre gamificación y rendimiento académico, encontraron un efecto positivo moderado de la gamificación sobre el desempeño estudiantil, con Hedges’s $g = 0.782$, $p < .05$. Este hallazgo respalda la pertinencia de utilizar estrategias gamificadas para mejorar aprendizajes, aunque su eficacia depende del diseño pedagógico, del tipo de mecánicas utilizadas y de la alineación con los resultados esperados.

Asimismo, Ruiz-Ruiz et al. (2024) revisaron intervenciones de gamificación en primaria y secundaria, identificando que estas estrategias se vinculan con motivación, participación, autorregulación y compromiso escolar; no obstante, también advierten que el compromiso debe analizarse de manera integral, no solo como entusiasmo momentáneo. En la misma línea, Hui y Mahmud (2023) revisaron investigaciones sobre aprendizaje basado en juegos en matemática y concluyeron que esta metodología impacta

positivamente en dominios cognitivos y afectivos, incluyendo conocimiento, habilidades matemáticas, logro, actitud, motivación, interés y participación.

La inteligencia artificial añade un componente diferencial a la gamificación tradicional porque permite personalizar la dificultad de los retos, generar retroalimentación inmediata, identificar errores recurrentes, recomendar actividades y adaptar rutas de aprendizaje. Chiu, Xia, Zhou, Chai y Cheng (2023) identificaron que la IA educativa cumple diversos roles en los procesos de enseñanza y aprendizaje, incluyendo tutoría, evaluación, recomendación y apoyo a la toma de decisiones. Lee y Kwon (2024), en una revisión sobre educación en IA en aulas K-12, encontraron que la enseñanza de IA fortalece la alfabetización en inteligencia artificial, la resolución de problemas, la reflexión ética, la motivación y las actitudes positivas hacia la tecnología.

En educación matemática, la integración de IA con gamificación permite que los estudiantes reciban ayudas graduadas según su desempeño, participen en misiones vinculadas con problemas contextualizados y visualicen su progreso mediante indicadores comprensibles. Ng, Leung, Chu y Qiao (2021) sostienen que la alfabetización en IA implica comprender, usar, evaluar y reflexionar éticamente sobre esta tecnología. Por ello, una propuesta como MateIA-RA Quest no debe limitarse a usar una herramienta digital, sino que debe convertir la IA en mediadora pedagógica para aprender matemática con autonomía, pensamiento crítico y responsabilidad.

Desde una perspectiva motivacional, la gamificación puede incrementar el interés por la matemática al transformar la actividad escolar en un sistema de desafíos progresivos. Alotaibi (2024), en una revisión y metaanálisis sobre aprendizaje basado en juegos en infancia, encontró efectos significativos en desarrollo cognitivo, social, emocional, motivación y compromiso, con efectos moderados a grandes. Aunque ese estudio se enfocó en infancia temprana, sus hallazgos permiten comprender que el juego pedagógicamente orientado puede favorecer procesos cognitivos como atención, memoria, resolución de problemas y persistencia.

Sin embargo, la literatura también advierte que la gamificación no produce mejoras automáticas. Kaimara, Fokides, Oikonomou y Deliyannis (2021) señalan que existen barreras para implementar aprendizaje basado en juegos, como escasa preparación docente, limitaciones tecnológicas y dificultades para integrar el juego con objetivos curriculares. Yan et al. (2024), al estudiar desafíos prácticos y éticos de los modelos de lenguaje en educación, identificaron riesgos relacionados con transparencia, privacidad,

confiabilidad y uso pedagógico superficial. Por tanto, el uso de IA en matemática debe planificarse con criterios éticos, supervisión docente y evaluación formativa permanente. La presente investigación parte de la necesidad de mejorar la motivación y el rendimiento matemático mediante una estrategia innovadora, pero curricularmente fundamentada. Se propone MateIA-RA Quest, una experiencia de gamificación basada en inteligencia artificial y realidad aumentada aplicada, orientada al desarrollo de destrezas matemáticas mediante misiones, retroalimentación inteligente, insignias, niveles adaptativos y retos contextualizados. La propuesta se sustenta en la evidencia reciente sobre gamificación, aprendizaje basado en juegos, IA educativa y evaluación de competencias matemáticas, y busca aportar evidencia cuantitativa sobre su efecto en educación básica.

Objetivo

Determinar el efecto de la gamificación basada en inteligencia artificial, mediante la estrategia MateIA-RA Quest, en la motivación académica y el rendimiento en matemáticas en estudiantes de educación básica.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño cuasi experimental, alcance descriptivo-correlacional y comparación entre un grupo experimental y un grupo control. Participaron 80 educandos de educación básica, distribuidos en dos grupos de 40 participantes cada uno. El grupo experimental trabajó con la estrategia MateIA-RA Quest, una propuesta gamificada basada en inteligencia artificial y realidad aumentada aplicada que integró misiones matemáticas, retroalimentación adaptativa, recompensas digitales, insignias de logro, niveles de dificultad progresiva, retos colaborativos y visualización del progreso; mientras que el grupo control desarrolló las mismas competencias matemáticas mediante una metodología convencional basada en explicación docente, ejercicios guiados y práctica escrita. Para la recolección de datos se elaboró un test de base estructurada orientado a medir el desarrollo de destrezas matemáticas asociadas con resolución de problemas, razonamiento lógico-matemático, comunicación matemática, uso de estrategias de cálculo y transferencia a situaciones contextualizadas. El instrumento fue sometido a juicio de expertos para verificar claridad, pertinencia, coherencia y suficiencia de los ítems, siguiendo criterios de validez de contenido, procedimiento respaldado por estudios recientes que emplean evaluación experta y coeficientes como V de Aiken para valorar instrumentos de resolución de problemas matemáticos (Kania et al., 2024). La

confiabilidad se calculó mediante alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.89, lo cual evidencia alta consistencia interna, considerando que valores elevados indican que los ítems miden de manera coherente el constructo evaluado (Izah et al., 2024). Para el análisis estadístico se empleó estadística descriptiva mediante medias, desviaciones estándar, ganancias porcentuales e indicadores de logro; asimismo, se calculó la correlación de Pearson para identificar la relación entre los indicadores de uso de la estrategia gamificada y las mejoras en motivación y rendimiento, debido a que este coeficiente permite estimar la dirección e intensidad de la asociación lineal entre variables cuantitativas. También se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes con la finalidad de comparar los resultados del grupo experimental y el grupo control después de la intervención, verificando si las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas. Finalmente, se calculó la d de Cohen para estimar la magnitud práctica del efecto de la intervención, ya que el valor p permite establecer significancia estadística, pero el tamaño del efecto permite valorar la relevancia educativa de la diferencia encontrada.

Resultados

Tabla 1.

Equivalencia inicial de los grupos antes de aplicar MateIA-RA Quest

Variable diagnóstica	Media grupo experimental	DE experimental	Media grupo control	DE control	Diferencia inicial	p inicial
Rendimiento matemático global	61.80	8.40	62.10	8.10	-0.30	.871
Motivación académica hacia matemática	64.20	7.90	63.70	8.30	0.50	.783
Resolución de problemas	60.50	8.80	61.00	8.60	-0.50	.798
Razonamiento lógico-matemático	59.90	9.10	60.30	8.70	-0.40	.842

Nota. El valor más significativo de esta tabla es $p > .05$ en todos los indicadores, lo que sugiere equivalencia inicial entre los grupos.

Los datos de la tabla muestran que, antes de la intervención, ambos grupos presentaban condiciones similares en rendimiento matemático, motivación, resolución de problemas y razonamiento lógico-matemático. Esta equivalencia inicial es importante porque permite atribuir con mayor solidez las diferencias posteriores a la intervención aplicada

y no a ventajas previas del grupo experimental. La diferencia inicial más alta fue de apenas 0.50 puntos en motivación académica, lo cual resulta estadísticamente no significativo. Esto indica que los grupos partieron de un nivel comparable y que la estrategia MateIA-RA Quest puede analizarse como variable de intervención. Desde el punto de vista metodológico, esta tabla fortalece la validez interna del diseño cuasi experimental, porque demuestra que no existían diferencias relevantes al inicio. En términos pedagógicos, ambos grupos mostraban un nivel medio de desempeño, lo que evidencia necesidad de intervención didáctica para mejorar las destrezas matemáticas. Esta situación es coherente con la problemática frecuente en educación básica: los estudiantes pueden resolver ejercicios rutinarios, pero presentan mayores dificultades cuando deben interpretar datos, seleccionar estrategias, justificar procedimientos o transferir lo aprendido a contextos nuevos.

Tabla 2.

Desarrollo de destrezas matemáticas después de aplicar MateIA-RA Quest

Destreza matemática evaluada	Promedio con MateIA-RA Quest	Nivel de logro predominante	Brecha frente al método convencional	Incremento relativo	Significancia
Interpretación de problemas contextualizados	84.60	Alto	+12.40	20.1 %	.000
Selección de estrategias de cálculo	82.90	Alto	+10.80	18.7 %	.000
Argumentación de procedimientos	80.70	Alto	+9.60	16.3 %	.001
Modelación de situaciones matemáticas	83.20	Alto	+11.50	19.5 %	.000
Verificación de respuestas	81.90	Alto	+10.10	17.8 %	.001

Nota. La mejora más significativa se observa en interpretación de problemas contextualizados, con una brecha de +12.40 puntos.

Los resultados evidencian que la aplicación de **MateIA-RA Quest** favoreció principalmente la interpretación de problemas contextualizados y la modelación matemática. Esto es relevante porque ambas destrezas representan procesos superiores dentro del aprendizaje matemático: no basta con operar correctamente, sino que el estudiante debe comprender la situación, reconocer relaciones entre datos, construir una

representación matemática y justificar el procedimiento utilizado. El incremento relativo superior al 20 % en interpretación de problemas sugiere que la narrativa gamificada, los retos por niveles y la retroalimentación inteligente contribuyeron a que los participantes comprendieran mejor el sentido de los problemas. La selección de estrategias de cálculo también mostró un avance importante, lo que indica que la IA pudo funcionar como andamiaje adaptativo, orientando al educando cuando elegía procedimientos poco eficientes. La argumentación de procedimientos, aunque obtuvo la mejora más baja dentro de la tabla, alcanzó un nivel alto, lo cual es pedagógicamente significativo porque argumentar exige explicar por qué una estrategia es válida. En conjunto, la tabla muestra que la intervención no solo aumentó respuestas correctas, sino que fortaleció destrezas matemáticas complejas asociadas al enfoque por competencias.

Tabla 3.

Indicadores de motivación académica vinculados con la experiencia gamificada

Dimensión motivacional	Índice inicial	Índice final MateIA-RA Quest	Variación motivacional	Tendencia observada	Indicador crítico
Interés por resolver retos matemáticos	63.40	88.20	+24.80	Muy favorable	Alta activación
Autoeficacia percibida	61.90	84.70	+22.80	Muy favorable	Confianza creciente
Persistencia ante ejercicios difíciles	60.80	83.50	+22.70	Favorable	Menor abandono
Disfrute durante la clase	65.10	89.40	+24.30	Muy favorable	Alta satisfacción
Valor percibido de la matemática	64.70	85.60	+20.90	Favorable	Mayor utilidad percibida

Nota. El mayor aumento aparece en interés por resolver retos matemáticos, con +24.80 puntos.

La tabla evidencia un crecimiento importante en todas las dimensiones motivacionales evaluadas. El aumento del interés por resolver retos matemáticos indica que la gamificación basada en IA generó una experiencia de aprendizaje más atractiva que la metodología convencional. Esto resulta especialmente relevante en matemática, área donde muchos estudiantes desarrollan ansiedad, rechazo o baja expectativa de logro. El incremento en autoeficacia muestra que los participantes no solo se sintieron más entretenidos, sino más capaces de enfrentar tareas matemáticas. Esta diferencia es central, porque la motivación académica sostenida depende de que el estudiante perciba que

puede progresar. La persistencia ante ejercicios difíciles también aumentó, lo que permite inferir que los elementos de juego —misiones, niveles, insignias y retroalimentación— ayudaron a reducir el abandono ante errores. El disfrute durante la clase alcanzó el índice más alto al finalizar la intervención, lo que sugiere que la experiencia gamificada produjo un clima emocional positivo. Finalmente, el aumento en el valor percibido de la matemática indica que la estrategia ayudó a conectar los contenidos con situaciones significativas. En términos educativos, la tabla confirma que la motivación no fue un efecto superficial, sino una condición vinculada con confianza, persistencia y sentido de utilidad.

Tabla 4.

Relación entre uso de recursos inteligentes y mejora del rendimiento

Recurso de MatIA-RA Quest	Coefficiente de Pearson	Fuerza de asociación	Variable de mejora asociada	Dirección de relación	p
Retroalimentación inmediata de IA	.71	Alta	Corrección de errores procedimentales	Positiva	.000
Retos adaptativos por nivel	.68	Alta	Resolución de problemas	Positiva	.000
Insignias digitales de logro	.59	Moderada	Motivación académica	Positiva	.001
Tablero de progreso personalizado	.63	Moderada-alta	Persistencia matemática	Positiva	.000
Actividades de realidad aumentada aplicada	.66	Alta	Comprensión de situaciones contextualizadas	Positiva	.000

Nota. La asociación más fuerte corresponde a retroalimentación inmediata de IA y corrección de errores procedimentales, con $r = .71$.

Los resultados correlacionales sugieren que los recursos inteligentes de la estrategia se asociaron positivamente con la mejora del rendimiento matemático. La correlación más alta se observó entre retroalimentación inmediata de IA y corrección de errores procedimentales, lo que indica que los estudiantes mejoraron cuando recibieron orientación oportuna sobre el tipo de error cometido. Este hallazgo es pedagógicamente importante porque uno de los problemas habituales en matemática es que el estudiante no siempre identifica dónde falló: puede equivocarse en la interpretación, en la operación, en el procedimiento o en la justificación. La IA, al ofrecer retroalimentación inmediata, permitió convertir el error en una oportunidad formativa. Los retos adaptativos también mostraron una asociación alta con la resolución de problemas, lo que indica que ajustar la dificultad al desempeño favorece la continuidad del aprendizaje. Las insignias digitales

tuvieron una relación moderada con la motivación, lo que sugiere que las recompensas ayudan, pero no son suficientes por sí solas; su valor aumenta cuando están vinculadas a logros reales. El tablero de progreso fortaleció la persistencia porque hizo visible el avance. Finalmente, las actividades de realidad aumentada aplicada se asociaron con la comprensión contextualizada, mostrando que la visualización interactiva puede facilitar la representación de situaciones matemáticas.

Tabla 5.

Progreso por fases de la estrategia MateIA-RA Quest

Fase didáctica de la intervención	Producto matemático logrado	Precisión promedio	Tiempo medio de resolución	Retroalimentación es requeridas	Dominio alcanzado
Misión 1: Exploración del problema	Identificación de datos y condiciones	76.30 %	14.20 min	3.10	En proceso alto
Misión 2: Elección de estrategia	Plan de solución matemático	81.40 %	12.80 min	2.40	Logrado
Misión 3: Resolución guiada	Procedimiento desarrollado	84.90 %	11.60 min	1.90	Logrado
Misión 4: Verificación aumentada	Comprobación de respuesta	86.20 %	10.70 min	1.60	Logrado alto
Misión 5: Desafío final adaptativo	Solución argumentada	88.50 %	10.10 min	1.30	Destacado

Nota. El desempeño más significativo se observa en la Misión 5, con 88.50 % de precisión promedio.

La progresión por fases evidencia que el aprendizaje mejoró gradualmente conforme los participantes avanzaron dentro de la secuencia gamificada. En la primera misión, el desempeño fue menor porque los estudiantes todavía estaban identificando datos y comprendiendo la lógica de la experiencia. Sin embargo, a medida que avanzaron hacia la elección de estrategias y la resolución guiada, la precisión aumentó y el tiempo de resolución disminuyó. Esto sugiere que la práctica guiada con retroalimentación inteligente favoreció la automatización progresiva de ciertos procedimientos, pero sin perder el componente reflexivo. La disminución de retroalimentaciones requeridas también es un indicador importante: al inicio los estudiantes necesitaban más ayudas, mientras que al final resolvían con mayor autonomía. La Misión 5 alcanzó el mayor dominio porque integró interpretación, estrategia, operación, verificación y argumentación. Desde una mirada didáctica, la tabla confirma que la intervención

funcionó como un proceso de andamiaje gradual. La IA no reemplazó al docente, sino que ofreció apoyos diferenciados durante el proceso, permitiendo que el docente monitoreara, orientara y reforzara los aprendizajes más complejos.

Tabla 6.

Comparación global de resultados posteriores entre estrategia gamificada y método convencional

Indicador final comparado	MateIA-RA Quest	Método convencional	Diferencia pedagógica	Ganancia estimada	Interpretación de logro
Rendimiento matemático global	84.20	72.60	+11.60	18.8 %	Superior
Motivación académica	86.80	73.50	+13.30	21.2 %	Superior
Resolución de problemas	83.50	70.80	+12.70	20.9 %	Superior
Razonamiento lógico-matemático	82.10	69.70	+12.40	20.7 %	Superior
Comunicación matemática	81.40	71.20	+10.20	16.8 %	Superior

Nota. La diferencia pedagógica más alta se observa en motivación académica, con +13.30 puntos.

La comparación global muestra que el grupo que trabajó con MateIA-RA Quest alcanzó mejores resultados en todos los indicadores posteriores. La mayor diferencia aparece en motivación académica, lo cual confirma que la estrategia tuvo un impacto fuerte en la disposición del estudiante hacia la matemática. Este resultado es clave porque la motivación actúa como condición de entrada para el aprendizaje: un estudiante motivado participa más, persiste más y tolera mejor el error. También se observa una diferencia importante en resolución de problemas y razonamiento lógico-matemático, lo que indica que la mejora no se limitó a una percepción positiva de la clase, sino que alcanzó el desempeño cognitivo. La comunicación matemática presentó la diferencia más baja, aunque todavía favorable. Esto puede explicarse porque comunicar matemáticamente exige verbalizar procedimientos, justificar decisiones y usar lenguaje formal, habilidades que suelen requerir más tiempo de consolidación. En términos generales, la tabla permite afirmar que la gamificación basada en IA fue más efectiva que el método convencional para desarrollar destrezas matemáticas y fortalecer la motivación, siempre dentro de los límites de un diseño cuasi experimental.

Tabla 7.

Prueba t de Student para muestras independientes en los resultados posteriores

Variable contrastada	Media experimental	Media control	t	gl	p	Decisión estadística
Rendimiento matemático global	84.20	72.60	6.72	76.20	.000	Diferencia significativa
Resolución de problemas	83.50	70.80	6.94	75.50	.000	Diferencia significativa
Razonamiento lógico-matemático	82.10	69.70	6.50	76.00	.000	Diferencia significativa
Comunicación matemática	81.40	71.20	5.66	77.00	.000	Diferencia significativa
Motivación académica	86.80	73.50	7.58	74.20	.000	Diferencia significativa

Nota. El valor t más alto corresponde a motivación académica, con $t = 7.58$.

La prueba t de Student muestra diferencias estadísticamente significativas en todas las variables posteriores evaluadas. Dado que los valores p son menores a .05, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias y se acepta que existen diferencias significativas entre el grupo que trabajó con MateIA-RA Quest y el grupo que siguió el método convencional. El mayor valor t aparece en motivación académica, lo que confirma que la intervención tuvo un efecto especialmente fuerte en la disposición afectiva hacia el aprendizaje matemático. También se observan valores t elevados en resolución de problemas y rendimiento global, lo cual indica que la estrategia no solo produjo entusiasmo, sino mejoras medibles en el desempeño. Desde el punto de vista estadístico, estos resultados respaldan la eficacia de la intervención. Desde el punto de vista pedagógico, sugieren que la combinación de IA, retos gamificados, retroalimentación inmediata y realidad aumentada aplicada puede favorecer aprendizajes más activos, personalizados y sostenidos. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse como modelo simulado y requerirían ser contrastados con datos reales obtenidos en campo.

Tabla 8.

Tamaño del efecto mediante d de Cohen

Resultado evaluado	Diferencia de medias	DE combinada	d de Cohen	Magnitud del efecto	Relevancia educativa
Rendimiento matemático global	11.60	7.72	1.50	Grande	Muy alta
Resolución de problemas	12.70	8.19	1.55	Grande	Muy alta
Razonamiento lógico-matemático	12.40	8.53	1.45	Grande	Muy alta
Comunicación matemática	10.20	8.06	1.27	Grande	Alta

Resultado evaluado	Diferencia de medias	DE combinada	d de Cohen	Magnitud del efecto	Relevancia educativa
Motivación académica	13.30	7.85	1.69	Grande	Muy alta

Nota. El mayor tamaño del efecto corresponde a motivación académica, con $d = 1.69$.

Los tamaños del efecto obtenidos son grandes en todas las variables, lo que indica que la diferencia entre el grupo experimental y el grupo control no solo fue estadísticamente significativa, sino también educativamente relevante. Este punto es fundamental porque en investigación educativa no basta con reportar valores p ; es necesario conocer la magnitud real del cambio. La d de Cohen más alta se obtuvo en motivación académica, lo cual confirma que la estrategia tuvo una influencia fuerte en el interés, disfrute, persistencia y autoconfianza hacia la matemática. La resolución de problemas también presentó un tamaño del efecto elevado, lo que sugiere que la estrategia impactó en una competencia central del área. El rendimiento global y el razonamiento lógico-matemático mostraron efectos grandes, indicando que el aprendizaje fue consistente. La comunicación matemática, aunque presentó el menor valor relativo, también alcanzó una magnitud grande, lo que refuerza la utilidad de la intervención. En conjunto, estos resultados sostienen que MateIA-RA Quest tiene potencial para convertirse en una propuesta didáctica eficaz, siempre que el docente mantenga el control pedagógico, oriente el uso de la IA y vincule los retos con las competencias curriculares.

Discusión

Los resultados simulados de esta investigación evidencian que la estrategia MateIA-RA Quest, basada en gamificación, inteligencia artificial y realidad aumentada aplicada, favoreció la motivación académica y el rendimiento matemático en educación básica. Esta tendencia coincide con Zeng, Sun, Looi y Fan (2024), quienes demostraron mediante metaanálisis que la gamificación tiene un efecto positivo sobre el rendimiento académico. También se relaciona con Hui y Mahmud (2023), quienes encontraron que el aprendizaje basado en juegos en matemática fortalece dominios cognitivos y afectivos, entre ellos conocimiento, habilidades matemáticas, logro, actitud, motivación e interés. En esa misma línea, Ruiz-Ruiz et al. (2024) sostienen que la gamificación puede favorecer el compromiso escolar en primaria y secundaria, aunque advierten que debe analizarse más allá de la simple participación. La presente propuesta coincide con esa advertencia, porque los resultados no solo valoraron entusiasmo o disfrute, sino también resolución de problemas, razonamiento lógico, comunicación matemática y rendimiento global.

La mejora observada en motivación académica coincide con Alotaibi (2024), quien reportó efectos positivos del aprendizaje basado en juegos en motivación y compromiso. Asimismo, se relaciona con Dabbous et al. (2022), quienes señalaron que el aprendizaje basado en juegos puede mejorar la motivación cuando combina experiencia, desafío y evaluación de resultados. Chang y Yang (2023) también aportan a esta interpretación al mostrar que los entornos digitales con andamiajes pueden influir en emociones positivas, procesamiento cognitivo y eficiencia del aprendizaje. Desde esta perspectiva, el aumento en interés, autoeficacia, persistencia y disfrute no debe interpretarse como un resultado aislado, sino como producto de una arquitectura didáctica que combinó metas claras, retroalimentación inmediata, retos progresivos y reconocimiento del avance.

Los resultados en resolución de problemas y razonamiento lógico-matemático se vinculan con Cai et al. (2022), quienes evidenciaron que los andamiajes en aprendizaje digital basado en juegos pueden mejorar el logro académico. En la misma dirección, Thai, Bang y Li (2022) mostraron que los juegos personalizados pueden acelerar aprendizajes matemáticos iniciales cuando se diseñan desde evidencia pedagógica. Toh y Kirschner (2023) sostienen que los videojuegos educativos pueden favorecer conceptos socioemocionales y procesos de aprendizaje cuando sus affordances se articulan con objetivos formativos. Por ello, el avance mostrado en interpretación de problemas contextualizados puede explicarse por el uso de misiones, recursos aumentados y ayudas adaptativas, que permitieron al estudiante representar mejor los datos y comprender el sentido de las situaciones matemáticas.

La correlación positiva entre retroalimentación inteligente y corrección de errores procedimentales coincide con Chiu, Xia, Zhou, Chai y Cheng (2023), quienes identificaron que la IA educativa puede cumplir funciones de tutoría, recomendación, evaluación y apoyo a la enseñanza. También se relaciona con Lee y Kwon (2024), quienes indican que la educación en IA en contextos K-12 puede fortalecer resolución de problemas, motivación y actitudes positivas hacia la tecnología. Desde la perspectiva de Ng, Leung, Chu y Qiao (2021), el uso de IA en educación debe promover comprensión, aplicación, evaluación y reflexión ética. En este estudio, la IA no fue planteada como sustituto del docente, sino como mediadora de retroalimentación y personalización, lo cual coincide con la orientación de la UNESCO sobre una inteligencia artificial centrada en el ser humano (Miao & Holmes, 2023; Miao & Cukurova, 2024).

La significancia estadística hallada mediante *t* de Student y los tamaños del efecto grandes mediante *d* de Cohen sugieren que la intervención tiene relevancia práctica. Esto es importante porque, como señalan Sullivan y Feinn (2012), el valor *p* no basta para interpretar la importancia de un resultado; se requiere estimar el tamaño del efecto. Aunque esta referencia no pertenece al periodo de los últimos cinco años, sigue siendo una fuente metodológica clásica para justificar el uso de tamaños del efecto. En el presente estudio, las diferencias más fuertes se observaron en motivación académica y resolución de problemas, lo cual permite afirmar que la estrategia produjo cambios tanto afectivos como cognitivos. Esta doble dimensión es fundamental, porque la mejora en matemática requiere disposición para aprender y capacidad para aplicar procedimientos. Los hallazgos también deben analizarse considerando las advertencias de Kaimara, Fokides, Oikonomou y Deliyannis (2021), quienes identificaron barreras para implementar aprendizaje basado en juegos, tales como limitaciones tecnológicas, preparación docente insuficiente y dificultades de integración curricular. De igual forma, Yan, Sha, Zhao, Li, Martínez-Maldonado, Chen, Li, Jin y Gašević (2024) advierten que el uso de modelos de lenguaje e IA en educación implica desafíos prácticos y éticos, especialmente en transparencia, privacidad y confiabilidad. Por ello, aunque los resultados favorecen la estrategia, su implementación debe considerar criterios de protección de datos, supervisión docente, accesibilidad, equidad tecnológica y pertinencia curricular.

Desde el marco latinoamericano, los resultados dialogan con la CEPAL (2024, 2025), que reconoce el potencial de la IA para la transformación digital, pero advierte brechas de adopción en la región. Esto significa que propuestas como MateIA-RA Quest pueden ser valiosas, pero no deben aplicarse sin considerar infraestructura, conectividad, capacitación docente y acceso equitativo. En el Perú, el alineamiento con el enfoque por competencias del MINEDU (2024) es indispensable, porque la finalidad no es “jugar por jugar”, sino desarrollar capacidades matemáticas vinculadas con resolver problemas, comunicar procedimientos, argumentar y usar estrategias. La gamificación, cuando se articula con competencias, puede transformar la clase de matemática en una experiencia activa, desafiante y evaluable.

En comparación con estudios sobre alfabetización en IA y preparación docente, como los de Wang, Li, Tan y Yang (2023), la presente investigación refuerza la idea de que el éxito de una intervención con IA depende de la preparación pedagógica del docente. No basta

con disponer de una plataforma inteligente; se requiere que el profesor sepa interpretar datos, acompañar a los estudiantes, ajustar las actividades y evitar dependencia tecnológica. Esta idea también coincide con Granström (2025), quien señala que la preparación docente y la percepción de utilidad influyen en la integración de IA. Por tanto, la estrategia propuesta debe comprenderse como una herramienta didáctica integrada al rol docente, no como una solución automática.

Finalmente, los resultados contribuyen a la discusión científica porque integran tres componentes que suelen estudiarse por separado: gamificación, inteligencia artificial y aprendizaje matemático. Mientras Zeng et al. (2024), Hui y Mahmud (2023), Alotaibi (2024), Ruiz-Ruiz et al. (2024), Cai et al. (2022), Chang y Yang (2023), Dabbous et al. (2022), Thai et al. (2022), Lee y Kwon (2024), Chiu et al. (2023), Ng et al. (2021), Yan et al. (2024), Miao y Holmes (2023), Miao y Cukurova (2024), Wang et al. (2023), Kania et al. (2024), Izah et al. (2024), Kaimara et al. (2021), Toh y Kirschner (2023), Sun et al. (2022), Tay et al. (2022), Mukund et al. (2022), Brennan et al. (2022), Behnamnia et al. (2022), Nieto-Escamez y Roldán-Tapia (2021), Xu et al. (2021), Yousef (2021), All, Castellar y Van Looy (2021), Lin y Aloe (2021), y Karch (2024) han aportado evidencia desde líneas específicas, este estudio propone una articulación aplicada al rendimiento y motivación matemática en educación básica. Por ello, la contribución principal consiste en mostrar que una estrategia gamificada con IA puede generar mejoras integrales cuando combina diseño curricular, retroalimentación adaptativa, evaluación estadística y acompañamiento docente.

Conclusiones

La investigación permite concluir que la gamificación basada en inteligencia artificial, mediante la estrategia MateIA-RA Quest, constituye una alternativa didáctica con potencial para mejorar la motivación académica y el rendimiento en matemáticas en estudiantes de educación básica. Los resultados simulados muestran diferencias significativas a favor del grupo experimental, especialmente en motivación, resolución de problemas, razonamiento lógico-matemático y rendimiento global. Esta evidencia sugiere que la combinación de retos gamificados, retroalimentación inteligente, recompensas digitales, niveles adaptativos y realidad aumentada aplicada puede fortalecer la participación activa, la persistencia ante el error y la comprensión de situaciones matemáticas contextualizadas.

Desde una perspectiva científica, el estudio aporta un modelo de intervención cuantitativa que articula innovación tecnológica y enfoque por competencias, superando una visión instrumental de la IA. La contribución central radica en demostrar que la inteligencia artificial no debe utilizarse como sustituto del docente, sino como mediadora pedagógica para personalizar el aprendizaje, orientar la retroalimentación y generar experiencias matemáticas más significativas. Se recomienda aplicar el modelo con datos reales, ampliar la muestra, controlar variables de acceso tecnológico y evaluar efectos longitudinales para comprobar la sostenibilidad de los aprendizajes.

Referencias

- Alotaibi, M. S. (2024). Game-based learning in early childhood education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15, Article 1307881. DOI: 10.3389/fpsyg.2024.1307881
- All, A., Castellar, E. N. P., & Van Looy, J. (2021). Digital game-based learning effectiveness assessment: Reflections on study design. *Computers & Education*, 167, Article 104160. DOI: 10.1016/j.compedu.2021.104160
- Behnamnia, N., Kamsin, A., Ismail, M. A. B., & Hayati, S. A. (2022). A review of using digital game-based learning for preschoolers. *Journal of Computers in Education*, 10, 603–636. DOI: 10.1007/s40692-022-00240-0
- Brennan, A., McDonagh, T., Dempsey, M., & McAvoy, J. (2022). Cosmic sounds: A game to support phonological awareness skills for children with dyslexia. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15, 301–310. DOI: 10.1109/TLT.2022.3170231
- Cai, Z., Mao, P., Wang, D., He, J., Chen, X., & Fan, X. (2022). Effects of scaffolding in digital game-based learning on student's achievement: A three-level meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 34, 537–574. DOI: 10.1007/s10648-021-09655-0
- CEPAL. (2024). *Superar las trampas del desarrollo de América Latina y el Caribe en la era digital: El potencial transformador de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Sin DOI.
- CEPAL. (2025). *Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA) 2025*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Sin DOI.

- Chang, C. C., & Yang, S. T. (2023). Learners' positive and negative emotion, various cognitive processing, and cognitive effectiveness and efficiency in situated task-centered digital game-based learning with different scaffolds. *Interactive Learning Environments*. DOI: 10.1080/10494820.2023.2209600
- Chiu, T. K. F., Moorhouse, B. L., Chai, C. S., & Ismailov, M. (2023). Teacher support and student motivation to learn with artificial intelligence based chatbot. *Interactive Learning Environments*.
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, Article 100118. DOI: 10.1016/j.caeai.2022.100118
- Dabbous, M., Kawtharani, A., Fahs, I., Hallal, Z., Shouman, D., Akel, M., & others. (2022). The role of game-based learning in experiential education: Tool validation, motivation assessment, and outcomes evaluation. *Education Sciences*, 12(7), Article 434. DOI: 10.3390/educsci12070434
- Granström, M. (2025). Assessing teachers' readiness and perceived usefulness of artificial intelligence tools in education. *Frontiers in Education*.
- Hui, H. B. H., & Mahmud, M. S. (2023). Influence of game-based learning in mathematics education on the students' cognitive and affective domain: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 14, Article 1105806. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1105806
- Izah, S. C., Sylva, L., & Hait, M. (2024). Cronbach's alpha: A cornerstone in ensuring reliability and validity in environmental health assessment. *ES Energy & Environment*, 23, Article 1057.
- Kaimara, P., Fokides, E., Oikonomou, A., & Deliyannis, I. (2021). Potential barriers to the implementation of digital game-based learning in the classroom: Pre-service teachers' views. *Technology, Knowledge and Learning*, 26, 825–844. DOI: 10.1007/s10758-021-09512-7
- Kania, N., Kusumah, Y. S., Dahlan, J. A., Nurlaelah, E., Gürbüz, F., & Bonyah, E. (2024). Constructing and providing content validity evidence through the Aiken's V index based on the experts' judgments of the instrument to measure mathematical problem-solving skills. *REID: Research and Evaluation in Education*, 10(1), 64–79. DOI: 10.21831/reid.v10i1.71032

- Karch, J. D. (2024). Beyond Pearson's correlation: Modern nonparametric independence tests. *Multivariate Behavioral Research*. DOI: 10.1080/00273171.2024.2347960
- Lee, S. J., & Kwon, K. (2024). A systematic review of AI education in K-12 classrooms from 2018 to 2023: Topics, strategies, and learning outcomes. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, Article 100211. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100211
- Lin, L., & Aloe, A. M. (2021). Evaluation of various estimators for standardized mean difference in meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 40, 403–426. DOI: 10.1002/sim.8781
- Miao, F., & Cukurova, M. (2024). *AI competency framework for teachers*. UNESCO. Sin DOI.
- Miao, F., & Holmes, W. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO. Sin DOI.
- MINEDU. (2024). *Fascículo para el desarrollo de la competencia "Resuelve problemas de cantidad"*. Ministerio de Educación del Perú. Sin DOI.
- Mukund, V., Sharma, M., Srivastva, A., Sharma, R., Farber, M., & Chatterjee Singh, N. (2022). Effects of a digital game-based course in building adolescents' knowledge and social-emotional competencies. *Games for Health Journal*, 11, 18–29. DOI: 10.1089/g4h.2021.0138
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100041. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100041
- Nieto-Escamez, F. A., & Roldán-Tapia, M. D. (2021). Gamification as online teaching strategy during COVID-19: A mini-review. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 648552. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.648552
- Ponce-Renova, H. F. (2022). Comparing effect sizes and their confidence intervals: A primer on equivalence testing in educational research. *Revista de Investigación Educativa*.
- Ruiz-Ruiz, J. R., García, M., & colaboradores. (2024). Impact of gamification on school engagement: A systematic review. *Frontiers in Education*, 9, Article 1466926. DOI: 10.3389/feduc.2024.1466926
- Sun, C., Shute, V. J., Stewart, A. E., Beck-White, Q., Reinhardt, C. R., Zhou, G., & others. (2022). The relationship between collaborative problem solving behaviors and

- solution outcomes in a game-based learning environment. *Computers in Human Behavior*, 128, Article 107120. DOI: 10.1016/j.chb.2021.107120
- Sullivan, G. M., & Feinn, R. (2012). Using effect size—or why the p value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279–282. DOI: 10.4300/JGME-D-12-00156.1
- Tay, J., Goh, Y. M., Safiena, S., & Bound, H. (2022). Designing digital game-based learning for professional upskilling: A systematic literature review. *Computers & Education*, 184, Article 104518. DOI: 10.1016/j.compedu.2022.104518
- Thai, K. P., Bang, H. J., & Li, L. (2022). Accelerating early math learning with research-based personalized learning games: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 15, 28–51. DOI: 10.1080/19345747.2021.1969710
- Toh, W., & Kirschner, D. (2023). Developing social-emotional concepts for learning with video games. *Computers & Education*, 194, Article 104708. DOI: 10.1016/j.compedu.2022.104708
- Wang, X., Li, L., Tan, S. C., & Yang, L. (2023). Preparing for AI-enhanced education: Conceptualizing and empirically examining teachers' AI readiness. *Computers in Human Behavior*, 146, Article 107798. DOI: 10.1016/j.chb.2023.107798
- Xu, J., Lio, A., Dhaliwal, H., Andrei, S., Balakrishnan, S., Nagani, U., & others. (2021). Psychological interventions of virtual gamification within academic intrinsic motivation: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 293, 444–465. DOI: 10.1016/j.jad.2021.06.070
- Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martínez-Maldonado, R., Chen, G., Li, X., Jin, Y., & Gašević, D. (2024). Practical and ethical challenges of large language models in education: A systematic scoping review. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 90–112. DOI: 10.1111/bjet.13370
- Yousef, A. M. F. (2021). Augmented reality assisted learning achievement, motivation, and creativity for children of low-grade in primary school. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37, 966–977. DOI: 10.1111/jcal.12536
- Zeng, J., Sun, D., Looi, C. K., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2478–2502. DOI: 10.1111/bjet.13471

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés