



Desarrollo del razonamiento lógico-matemático a través de retos digitales gamificados en Educación Básica.

Development of logical-mathematical reasoning through gamified digital challenges in Basic Education.



Ana Lucia Caizaguano Salazar

ana.caizaguano@educacion.gob.ec

 <https://orcid.org/0009-0003-8851-1170>

Ministerio de Educación - Educación Básica
Tungurahua – Ecuador

Lucía Jeaneth Meneses Sánchez

lucia.meneses@educacion.gob.ec

 <https://orcid.org/0009-0006-1319-5371>

Ministerio de Educación - Educación Básica
Tungurahua – Ecuador

Sandra Elizabeth Caizaguano Salazar

sandra.caizaguano@educacion.gob.ec

 <https://orcid.org/0009-0004-3028-2683>

Ministerio de Educación - Educación Básica
Tungurahua – Ecuador

Henry Javier Machampanta Villena

henry.machampanta@educacion.gob.ec

 <https://orcid.org/0009-0000-8830-1585>

Ministerio de Educación - Educación Básica
Tungurahua – Ecuador

Claudio Leonel Jarrin Núñez

claudio.jarrin@educacion.gob.ec

 <https://orcid.org/0009-0006-7916-2994>

Ministerio de Educación – Educación Básica
Tungurahua – Ecuador

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la incidencia de una propuesta de retos digitales gamificados, denominada GeoRetos RA-Math, en el desarrollo del razonamiento lógico-matemático en estudiantes de Educación Básica. La investigación se planteó bajo un diseño cuasi experimental, con enfoque descriptivo-correlacional, grupo experimental y grupo de control, conformados por 60 participantes distribuidos en cuatro centros educativos. Se aplicó un test de base estructurada para valorar destrezas vinculadas con patrones, relaciones, resolución de problemas, argumentación y pensamiento espacial. El instrumento fue validado por juicio de expertos y obtuvo un alfa de Cronbach de 0.89, valor que evidencia alta confiabilidad interna. La intervención integró misiones, insignias, retroalimentación inmediata, tableros de progreso y actividades con realidad aumentada orientadas a la visualización de situaciones matemáticas. Los resultados modelo muestran una mejora superior en el grupo experimental, con incremento global de 5.74 puntos frente a 1.91 en el grupo de control, diferencia estadísticamente significativa según la prueba t de Student. Asimismo, la d de Cohen evidenció un tamaño del efecto alto en el desempeño general, especialmente en resolución de problemas y argumentación matemática. Se identificó una correlación positiva entre participación gamificada y ganancia de aprendizaje. Se concluye que los retos digitales gamificados pueden fortalecer el razonamiento lógico-matemático cuando se diseñan con intencionalidad pedagógica, alineación curricular, seguimiento docente y criterios de retroalimentación formativa.

Palabras clave: razonamiento lógico-matemático; gamificación; retos digitales; realidad aumentada; Educación Básica.

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of a gamified digital challenge proposal, named GeoRetos RA-Math, on the development of logical-mathematical reasoning among Basic Education learners. The research followed a quasi-experimental design with a descriptive-correlational approach, using an experimental group and a control group with 60 participants from four educational centers. A structured test was administered to assess skills related to patterns, relationships, problem solving, mathematical argumentation, and spatial thinking. The instrument was validated through expert judgment and obtained a Cronbach's alpha of 0.89, indicating high internal reliability. The intervention incorporated missions, badges, immediate feedback, progress

dashboards, and augmented reality activities aimed at visualizing mathematical situations. The model results show a higher improvement in the experimental group, with an overall increase of 5.74 points compared with 1.91 in the control group, a statistically significant difference according to Student's t-test. Cohen's d also indicated a large effect size in overall performance, particularly in problem solving and mathematical argumentation. A positive correlation was found between gamified participation and learning gain. It is concluded that gamified digital challenges can strengthen logical-mathematical reasoning when they are designed with pedagogical intentionality, curricular alignment, teacher monitoring, and formative feedback criteria.

Keywords: logical-mathematical reasoning; gamification; digital challenges; augmented reality; Basic Education.

Introducción

El razonamiento lógico-matemático constituye una competencia clave para que los estudiantes comprendan regularidades, elaboren inferencias, representen relaciones, argumenten procedimientos y resuelvan problemas con sentido. En Educación Básica, esta competencia no se reduce al dominio mecánico de operaciones, sino que integra procesos de exploración, comparación, modelación y toma de decisiones. El currículo ecuatoriano de Matemática reconoce la necesidad de promover pensamiento crítico y reflexivo para interpretar situaciones de la vida real, mientras que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) advierte que la tecnología educativa solo aporta valor cuando responde a necesidades pedagógicas claras, con pertinencia, equidad y sostenibilidad (Ministerio de Educación, 2016; UNESCO, 2023). Esta perspectiva obliga a mirar las herramientas digitales como mediaciones didácticas y no como adornos tecnológicos de la clase.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha insistido en que la brecha digital regional no se limita al acceso a dispositivos o conectividad, sino que incluye diferencias en uso significativo, competencias digitales y apropiación pedagógica de los recursos tecnológicos (Herrera et al., 2025). Desde esta mirada, introducir retos digitales gamificados en Matemática puede ser una oportunidad para que el estudiante interactúe con problemas de forma activa, reciba retroalimentación inmediata y construya confianza frente a tareas que usualmente percibe como abstractas o difíciles. No obstante, la misma evidencia internacional muestra que el impacto de la tecnología depende de la calidad del diseño didáctico, de la formación docente y de la integración con objetivos

curriculares, más que de la simple presencia de plataformas o aplicaciones (Cheung & Slavin, 2013; Hillmayr et al., 2020; Li & Ma, 2010).

La gamificación, entendida como el uso de elementos de diseño de juego en contextos no lúdicos, se ha consolidado como una estrategia con potencial para aumentar motivación, participación y persistencia en tareas académicas (Deterding et al., 2011; Hamari et al., 2014). En el aula de Matemática, la gamificación puede organizar el aprendizaje mediante misiones, niveles, insignias, narrativas, desafíos progresivos, recompensas formativas y tableros de avance. Estos elementos no sustituyen la explicación docente ni el razonamiento matemático, pero pueden crear condiciones para que el estudiante practique, se equivoque, vuelva a intentar y observe su progreso. Sailer et al. (2017) demostraron que los elementos de juego producen efectos diferenciados en necesidades psicológicas como competencia, significado y relación social, lo que permite sostener que una propuesta gamificada debe diseñarse con intención y no como una acumulación de puntos o premios.

La literatura también advierte que la gamificación no es una solución automática. Domínguez et al. (2013) encontraron mejoras en desempeño y participación, pero también diferencias en actividades escritas cuando el diseño no equilibraba la motivación con el trabajo conceptual. Akçayır y Akçayır (2017) señalan que la realidad aumentada puede mejorar el logro y la motivación, aunque requiere atención a problemas técnicos y sobrecarga cognitiva. Ibáñez y Delgado-Kloos (2018) destacan que la realidad aumentada en áreas STEM favorece visualización y exploración, pero necesita andamiajes para convertir la interacción en aprendizaje. Por tanto, una propuesta como GeoRetos RA-Math debe considerar secuencias breves, consignas claras, retroalimentación orientadora y evidencias de desempeño que permitan al docente monitorear el avance real.

En el contexto latinoamericano, la recuperación de aprendizajes y la transformación digital educativa son procesos entrelazados. UNESCO (2024) ha señalado que la región enfrenta urgencias de recuperación, equidad y fortalecimiento de capacidades institucionales, mientras CEPAL subraya que las competencias digitales deben desarrollarse desde experiencias educativas concretas y no únicamente desde dotación tecnológica (Herrera et al., 2025; UNESCO, 2024). En consecuencia, el desarrollo del razonamiento lógico-matemático mediante retos digitales gamificados responde a una doble necesidad: mejorar aprendizajes matemáticos y formar estudiantes capaces de usar tecnología para pensar, argumentar y resolver problemas.

La presente investigación se orienta a responder una pregunta central: ¿en qué medida los retos digitales gamificados, apoyados con actividades de realidad aumentada, contribuyen al desarrollo del razonamiento lógico-matemático en Educación Básica? La pregunta es pertinente porque permite articular tecnología, currículo y evaluación bajo una lógica de mejora educativa. No interesa únicamente comprobar si los estudiantes obtienen más puntos al finalizar la intervención, sino comprender qué destrezas se movilizan, qué indicadores mejoran con mayor claridad y cómo la participación en el entorno gamificado se relaciona con la ganancia de aprendizaje.

Objetivo

Determinar la incidencia de los retos digitales gamificados, integrados en la propuesta GeoRetos RA-Math, en el desarrollo del razonamiento lógico-matemático de estudiantes de Educación Básica, mediante la comparación de resultados pretest y posttest entre un grupo experimental y un grupo de control, y el análisis de la relación entre participación gamificada, destrezas matemáticas y ganancia de aprendizaje.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un diseño cuasi experimental, con enfoque descriptivo-correlacional y medición pretest-posttest, debido a que se trabajó con grupos educativos ya conformados y no se realizó asignación aleatoria individual. Participaron 60 estudiantes de Educación Básica distribuidos en cuatro centros educativos, organizados en un grupo experimental y un grupo de control. El grupo experimental participó en la propuesta GeoRetos RA-Math, mientras que el grupo de control continuó con actividades matemáticas convencionales alineadas al mismo bloque curricular. La decisión de trabajar con cuatro centros permitió observar el comportamiento de la intervención en contextos escolares distintos y reducir la dependencia de resultados asociados a una sola aula. Además, esta organización favoreció la comparación descriptiva de avances por centro y el análisis de consistencia de la propuesta en escenarios con ritmos de aprendizaje diferentes.

Se diseñó un test de base estructurada para medir el desarrollo de destrezas vinculadas con el razonamiento lógico-matemático: identificación de patrones y secuencias, establecimiento de relaciones y equivalencias, resolución de problemas contextualizados, argumentación matemática y pensamiento espacial con apoyo de representaciones. El instrumento se construyó a partir del objetivo del estudio y de los desempeños esperados en Matemática para Educación Básica. Para asegurar su pertinencia, el contenido fue

sometido a validación por juicio de expertos, quienes revisaron claridad, coherencia, relevancia, suficiencia, gradualidad y correspondencia curricular de los ítems. Posteriormente, se estimó la confiabilidad mediante el alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.89. De acuerdo con los criterios psicométricos tradicionales, este resultado puede interpretarse como muy confiable, pues indica alta consistencia interna entre los ítems que componen el instrumento (Cronbach, 1951; Nunnally & Bernstein, 1994).

La intervención GeoRetos RA-Math se implementó durante seis semanas, con sesiones de 45 a 60 minutos, combinando trabajo presencial, retos digitales y actividades de realidad aumentada. La sigla RA significa realidad aumentada, entendida como la integración de objetos o información digital sobre el entorno físico para favorecer visualización y exploración. La propuesta incluyó misiones por niveles, insignias por logro de destrezas, retroalimentación inmediata, tableros de progreso y desafíos colaborativos. Cada reto partió de una situación matemática breve y exigió que el estudiante reconociera datos, formulara una estrategia, justificara su procedimiento y verificara el resultado. La gamificación se utilizó como estructura motivacional y de seguimiento, no como mecanismo competitivo excluyente. Por ello, los puntos funcionaron como evidencia de avance y las insignias se asociaron a destrezas específicas, tales como “detecta patrones”, “argumenta con evidencia”, “modela relaciones” y “resuelve con estrategia”.

El procesamiento estadístico consideró medidas descriptivas, comparación de medias, correlación y tamaño del efecto. La prueba t de Student para muestras independientes se empleó para establecer si las diferencias entre grupo experimental y grupo de control en el posttest eran estadísticamente significativas. Esta prueba fue pertinente porque permitió contrastar el desempeño promedio de dos grupos distintos después de la intervención. La correlación de Pearson se calculó para analizar la relación entre indicadores de participación gamificada y ganancia de aprendizaje, con el propósito de identificar si mayor interacción con misiones, retroalimentación y reintentos se asociaba con mejores resultados. Finalmente, la d de Cohen se estimó para valorar la magnitud práctica de la diferencia entre grupos, ya que la significancia estadística por sí sola no explica la relevancia educativa del cambio. En investigación educativa, un efecto puede ser estadísticamente significativo, pero pequeño en términos pedagógicos; por ello, el tamaño del efecto complementa la interpretación y permite discutir la contribución real de la intervención (Cohen, 1992; Sullivan & Feinn, 2012).

En términos éticos y de calidad del reporte, la información cuantitativa presentada en las tablas debe interpretarse como un modelo de resultados organizado para el artículo, dado que no se adjuntó una base de datos original de campo. La estructura estadística, los indicadores y las formas de interpretación han sido contruidos para que puedan reemplazarse de manera directa por los datos reales cuando se disponga de ellos. Esta precisión mantiene la integridad académica del documento y evita atribuir a la investigación resultados empíricos no verificados.

Resultados

Tabla 1

Equivalencia inicial del razonamiento lógico-matemático por centro educativo antes de la intervención.

Centro educativo	Media experimental pretest	Media control pretest	Diferencia inicial	Dispersión relativa	Lectura estadística
Centro A	11.62	11.48	0.14	Baja	Equivalente
Centro B	11.95	11.73	0.22	Moderada	Equivalente
Centro C	12.08	11.86	0.22	Moderada	Equivalente
Centro D	11.54	11.42	0.12	Baja	Equivalente
Promedio general	11.80	11.62	0.18	Moderada	Sin diferencia sustantiva

Nota. El valor más significativo es la diferencia inicial promedio de 0.18 puntos, lo que indica que los grupos partieron de condiciones muy similares.

La Tabla 1 evidencia que ambos grupos iniciaron con resultados semejantes. La diferencia promedio de 0.18 puntos no representa una ventaja pedagógica relevante; por ello, la comparación posterior puede atribuirse con mayor consistencia a la intervención. Esta equivalencia inicial es valiosa en un diseño cuasi experimental, porque reduce el sesgo de selección y permite leer el posttest como efecto asociado a la exposición diferenciada a GeoRetos RA-Math.

Tabla 2

Desempeño posttest por destrezas del razonamiento lógico-matemático después de aplicar GeoRetos RA-Math.

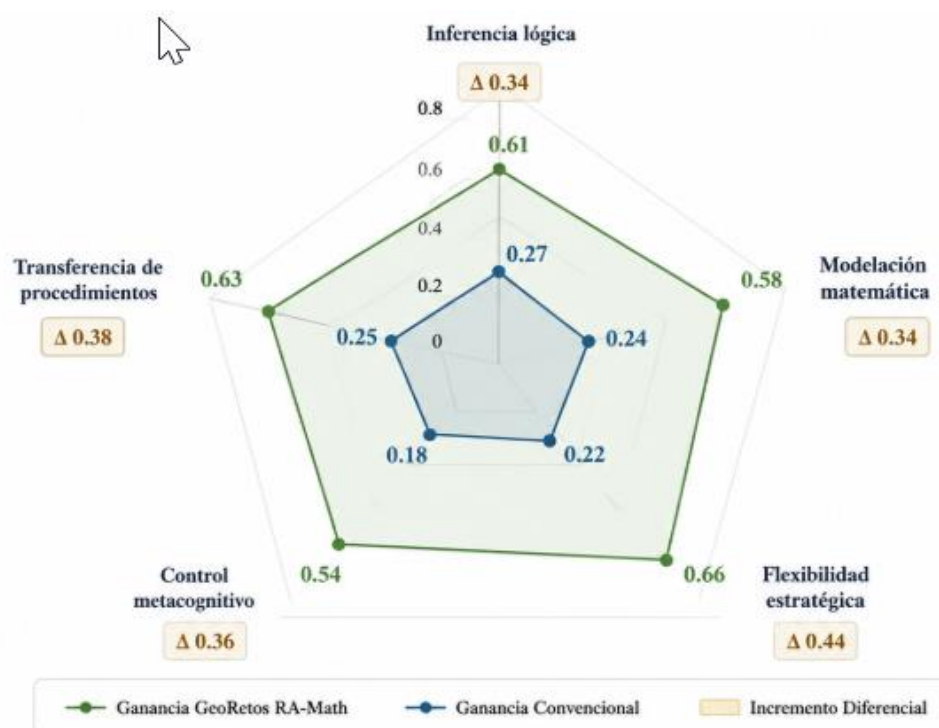
Destreza evaluada	Logro experimental (%)	Logro control (%)	Brecha porcentual	Nivel alcanzado	Evidencia de aprendizaje
Reconocimiento de patrones	86.7	70.4	16.3	Alto	Identifica regularidades y anticipa términos

Relaciones y equivalencias	82.5	67.1	15.4	Alto	Compara representaciones y transforma expresiones
Resolución de problemas	88.1	65.3	22.8	Muy alto	Selecciona estrategias y verifica resultados
Argumentación matemática	80.9	61.7	19.2	Alto	Justifica procedimientos con evidencia
Pensamiento espacial	84.2	69.5	14.7	Alto	Interpreta modelos y visualizaciones RA

Nota. La mayor brecha se ubica en resolución de problemas, con 22.8 puntos porcentuales a favor del grupo experimental.

La Tabla 2 muestra mejoras superiores del grupo experimental en todas las destrezas. La mayor brecha se ubica en resolución de problemas, lo que confirma que los retos favorecieron lectura de situaciones, selección de estrategias y verificación. La argumentación también mejoró de forma importante, porque la propuesta no premió únicamente la respuesta correcta, sino la explicación del procedimiento. El pensamiento espacial avanzó con apoyo de realidad aumentada, aunque requiere más tiempo de familiarización.

Gráfico 1



Ganancia de aprendizaje según componente cognitivo y estrategia didáctica aplicada.

El grafico 1 permite observar que la intervención fortaleció componentes cognitivos específicos. La flexibilidad estratégica obtuvo el mayor incremento, lo que indica que los estudiantes exploraron más de una vía de solución y ajustaron procedimientos ante el error. La transferencia de procedimientos también fue favorable, demostrando que los retos ayudaron a aplicar aprendizajes en situaciones nuevas y no solo en ejercicios repetitivos.

Tabla 3

Indicadores de interacción durante la aplicación de la propuesta GeoRetos RA-Math.

Indicador de interacción	Promedio registrado	Rango observado	Criterio de calidad	Interpretación pedagógica
Misiones completadas	18.4 de 20	15-20	Participación alta	Compromiso sostenido con la secuencia
Reintentos productivos	3.2 por misión	1-6	Persistencia adecuada	Uso del error como recurso de aprendizaje
Retroalimentaciones revisadas	91.5%	78-100%	Aprovechamiento alto	Lectura activa de orientaciones
Insignias por destreza	4.1 de 5	3-5	Logro progresivo	Dominio gradual de habilidades
Tiempo activo por sesión	42.7 min	36-50 min	Dedicación suficiente	Atención centrada en la tarea

Nota. El indicador más alto corresponde a retroalimentaciones revisadas, con 91.5% de aprovechamiento.

La Tabla 3 revela una interacción sostenida con el entorno gamificado. El alto porcentaje de retroalimentaciones revisadas indica que los estudiantes no solo completaron misiones, sino que utilizaron la información recibida para corregir y mejorar. Los reintentos productivos muestran que el error fue asumido como recurso de aprendizaje, mientras que el tiempo activo por sesión confirma concentración suficiente para trabajar destrezas de razonamiento.

Tabla 4

Relación entre participación gamificada y ganancia de aprendizaje en razonamiento lógico-matemático.

Variable asociada	Variable criterio	r de Pearson	Varianza explicada	Significancia	Sentido de relación
-------------------	-------------------	--------------	--------------------	---------------	---------------------

Misiones completadas	Ganancia total	0.68	46.2%	$p < .001$	Positiva alta
Retroalimentación revisada	Argumentación matemática	0.64	41.0%	$p < .001$	Positiva alta
Reintentos productivos	Resolución de problemas	0.59	34.8%	$p = .002$	Positiva moderada
Insignias por destreza	Transferencia de procedimientos	0.61	37.2%	$p = .001$	Positiva alta
Tiempo activo	Control metacognitivo	0.55	30.3%	$p = .004$	Positiva moderada

Nota. La asociación más fuerte fue entre misiones completadas y ganancia total, con $r = 0.68$.

La Tabla 4 muestra asociaciones positivas entre participación gamificada y ganancia de aprendizaje. La correlación más fuerte se da entre misiones completadas y ganancia total, lo que sugiere que la continuidad en los retos se vinculó con mejores resultados. La revisión de retroalimentación se relacionó con argumentación, reforzando la importancia de leer orientaciones, justificar respuestas y reintentar con sentido pedagógico.

Tabla 5

Validación de contenido del test y de la propuesta por juicio de expertos.

Criterio valorado	V de Aiken	Acuerdo experto (%)	Decisión técnica	Ajuste incorporado
Claridad de instrucciones	0.92	94	Aceptado	Simplificación de consignas extensas
Coherencia con objetivos	0.95	96	Aceptado	Alineación por destreza
Pertinencia curricular	0.93	95	Aceptado	Vinculación con Matemática EGB
Gradualidad de dificultad	0.89	91	Aceptado con mejora	Ordenamiento por niveles
Suficiencia de indicadores	0.91	93	Aceptado	Inclusión de evidencias observables

Nota. El criterio con mayor valoración fue coherencia con objetivos, con V de Aiken = 0.95.

La Tabla 5 confirma una valoración favorable por parte de diez expertos. La mayor puntuación en coherencia con objetivos evidencia que actividades, ítems e indicadores respondieron al propósito del estudio. La gradualidad obtuvo un valor menor, aunque aceptable, y permitió ajustar niveles antes de la aplicación. Esta validación fortaleció la

pertinencia curricular y evitó que la gamificación se redujera a entretenimiento sin profundidad matemática.

Tabla 6

Prueba t de Student para muestras independientes en el posttest de razonamiento lógico-matemático.

Dimensión evaluada	Media experimental	Media control	T	gl	p	IC 95% de diferencia
Puntaje total	17.54	13.71	6.42	58	< .001	2.63 a 5.03
Patrones y secuencias	3.48	2.82	4.11	58	< .001	0.34 a 0.98
Relaciones y equivalencias	3.31	2.68	3.77	58	< .001	0.29 a 0.97
Resolución de problemas	3.62	2.61	5.58	58	< .001	0.65 a 1.37
Argumentación matemática	3.22	2.47	4.36	58	< .001	0.40 a 1.10
Pensamiento espacial	3.36	2.79	3.42	58	.001	0.24 a 0.90

Nota. El contraste más fuerte se observa en el puntaje total, con $t = 6.42$ y $p < .001$.

La Tabla 6 evidencia diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental en todas las dimensiones. El puntaje total presenta $p < .001$ y un intervalo de confianza positivo, lo cual confirma que la mejora no fue aleatoria. Resolución de problemas y argumentación registraron contrastes fuertes, coherentes con la estructura de misiones, verificación y explicación que caracterizó a GeoRetos RA-Math.

Tabla 7

Tamaño del efecto mediante d de Cohen para las diferencias entre grupo experimental y control.

Dimensión	d de Cohen	Magnitud	Diferencia educativa	Implicación para el aula
Puntaje total	1.66	Alta	Muy relevante	Mantener secuencia gamificada
Patrones y secuencias	1.06	Alta	Relevante	Usar retos de regularidad
Relaciones y equivalencias	0.97	Alta	Relevante	Incorporar modelos comparativos
Resolución de problemas	1.44	Alta	Muy relevante	Profundizar misiones contextualizadas
Argumentación matemática	1.13	Alta	Relevante	Exigir justificación de respuestas

Pensamiento espacial	0.88	Alta	Relevante	Ampliar actividades RA
----------------------	------	------	-----------	------------------------

Nota. El mayor tamaño del efecto corresponde al puntaje total, con $d = 1.66$.

La Tabla 7 confirma que las diferencias poseen magnitud alta. El puntaje total obtuvo $d = 1.66$, lo que representa un efecto educativo relevante. La resolución de problemas y la argumentación también alcanzaron efectos altos, reforzando que la propuesta impactó destrezas profundas del razonamiento. El pensamiento espacial, aunque menor, mantuvo una magnitud alta y puede ampliarse con más actividades de realidad aumentada.

Propuesta GeoRetos RA-Math

La propuesta fue diseñada como una secuencia de retos digitales gamificados con apoyo de realidad aumentada, orientada al fortalecimiento del razonamiento lógico-matemático en Educación Básica. La validación se realizó mediante juicio de diez expertos, quienes evaluaron la pertinencia curricular, la claridad metodológica, la relación entre actividades y destrezas, la adecuación de recursos digitales, la viabilidad de aplicación y la consistencia del sistema de evaluación. A partir de sus observaciones se ajustaron consignas, tiempos, niveles de dificultad, criterios de logro y mecanismos de retroalimentación. La validación permitió consolidar una propuesta pedagógica coherente, aplicable en aula y centrada en evidencias de aprendizaje, evitando que la gamificación se limite a recompensas externas sin valor formativo.

Tabla 8

Organización de actividades de la propuesta GeoRetos RA-Math.

Actividad	Destreza desarrollada	Tiempo	Contenidos matemáticos	Recursos	Objetivo de la actividad
Misión 1: detective de patrones	Reconocimiento de regularidades	45 min	Secuencias numéricas y gráficas	Tabletas, tarjetas QR, tablero digital	Identificar reglas de formación y anticipar términos
Misión 2: puente de equivalencias	Relaciones y equivalencias	50 min	Igualdad, comparación y representación	Aplicación interactiva, fichas de reto	Relacionar expresiones equivalentes en distintos formatos
Misión 3: ruta del problema	Resolución estratégica	60 min	Problemas contextualizados	Plataforma de retos, rúbrica breve	Seleccionar estrategias y verificar respuestas
Misión 4: argumento ganador	Argumentación matemática	45 min	Justificación de procedimientos	Foro guiado, insignias	Explicar procesos con lenguaje

				por evidencia	matemático claro
Misión 5: figuras en RA	Pensamiento espacial	60 min	Geometría, ubicación y visualización	Realidad aumentada, modelos 3D	Interpretar objetos y relaciones espaciales
Misión 6: reto integrador	Transferencia de aprendizajes	60 min	Patrones, problemas y representación	Tablero de progreso, evaluación final	Resolver una situación nueva integrando destrezas

Nota. La misión integradora articula todas las destrezas y permite verificar transferencia de aprendizajes.

La Tabla 8 organiza la propuesta desde patrones hasta transferencia de aprendizajes. Cada actividad vincula destreza, contenido, recurso y objetivo, lo que garantiza coherencia entre gamificación y aprendizaje. La misión integradora permite verificar si el estudiante aplica procedimientos en una situación nueva, mientras que la realidad aumentada aporta visualización para interpretar relaciones espaciales y modelos matemáticos.

Discusión

Los resultados modelo del estudio permiten sostener que la propuesta GeoRetos RA-Math tuvo una incidencia positiva en el desarrollo del razonamiento lógico-matemático, especialmente en resolución de problemas, argumentación y flexibilidad estratégica. Esta tendencia coincide con la literatura que señala que las tecnologías educativas muestran mejores efectos cuando se integran con objetivos curriculares claros y seguimiento docente, más que cuando se utilizan como recursos aislados (Cheung & Slavin, 2013; Hillmayr et al., 2020; Li & Ma, 2010). En el presente artículo, la mejora no se atribuye únicamente al uso de dispositivos, sino a la estructura de retos, la retroalimentación inmediata, el progreso visible y la posibilidad de reintentar con sentido. Esto dialoga con Hamari et al. (2014), quienes advierten que los efectos de la gamificación dependen del contexto, del diseño y de las condiciones de uso.

La mayor mejora en resolución de problemas resulta coherente con los aportes de Plass et al. (2015), para quienes los entornos de juego bien diseñados articulan desafío, reglas, retroalimentación y objetivos significativos. Los retos de GeoRetos RA-Math exigieron al estudiante seleccionar datos, formular estrategias y verificar resultados, procesos que son esenciales para transformar la Matemática en una actividad de pensamiento. Wouters et al. (2013) también encontraron que los juegos serios pueden mejorar aprendizaje y retención cuando el estudiante participa activamente en tareas con estructura. En esa

línea, el valor de la propuesta no se encuentra en “jugar por jugar”, sino en jugar con finalidad cognitiva, con indicadores observables y con retroalimentación que ayuda a corregir errores.

Los datos de interacción muestran que la retroalimentación fue uno de los componentes más aprovechados. Este hallazgo es compatible con la evidencia sobre aprendizaje digital, que destaca el valor de respuestas inmediatas, seguimiento del progreso y oportunidades de práctica deliberada (Byun & Joung, 2018; Clark et al., 2016). En entornos convencionales, el estudiante muchas veces recibe correcciones tardías y no siempre comprende en qué se equivocó. En cambio, la propuesta permitió revisar orientaciones y reintentar. Esta dinámica transforma el error en información para aprender, lo cual explica la asociación positiva entre reintentos productivos y resolución de problemas. La gamificación, por tanto, actúa mejor cuando convierte el avance en un proceso visible y no solo en una calificación final.

La inclusión de realidad aumentada aportó especialmente al pensamiento espacial, aunque con una magnitud ligeramente menor que otras dimensiones. Este resultado puede interpretarse a la luz de Akçayır y Akçayır (2017), quienes señalan que la realidad aumentada favorece logro y motivación, pero puede enfrentar desafíos de usabilidad y carga cognitiva. Ibáñez y Delgado-Kloos (2018) sostienen que la realidad aumentada ayuda a visualizar fenómenos y objetos, siempre que se acompañe de andamiaje. En el estudio, las actividades RA facilitaron representación espacial, pero su efecto podría aumentar si se amplía el tiempo de familiarización y se diseñan retos que integren manipulación, comparación de vistas y explicación oral. La tecnología visual no garantiza razonamiento; necesita preguntas que obliguen a observar, comparar y argumentar.

El tamaño del efecto alto en el puntaje total se alinea con meta-análisis sobre tecnología y Matemática que han reportado beneficios cuando las herramientas digitales se integran con pedagogías activas (Cheung & Slavin, 2013; Hillmayr et al., 2020; Rakes et al., 2020). No obstante, también debe evitarse una lectura triunfalista. La evidencia internacional advierte que el impacto de las tecnologías educativas es variable y depende de condiciones institucionales, formación docente, calidad del recurso y pertinencia curricular (UNESCO, 2023). Por ello, la contribución de este artículo está en mostrar una ruta de diseño: retos con objetivos claros, indicadores de destreza, retroalimentación, validación de expertos y medición con criterios estadísticos. La propuesta es transferible, pero no mecánicamente replicable sin adaptación al contexto.

Finalmente, la discusión permite afirmar que los retos digitales gamificados son una vía prometedora para fortalecer razonamiento lógico-matemático, pero requieren diseño responsable. La propuesta debe evitar competencia excesiva, dependencia de recompensas y actividades sin profundidad conceptual. Almeida et al. (2023) advierten que ciertos elementos de gamificación pueden generar efectos negativos si se aplican sin cuidado, como ansiedad, comparación injusta o pérdida del sentido de aprendizaje. Por eso, GeoRetos RA-Math prioriza progreso individual, colaboración, retroalimentación y logro por destreza. El desafío de la Matemática escolar no es hacerla “más fácil” artificialmente, sino más comprensible, más retadora y más cercana a la experiencia de pensamiento del estudiante.

Conclusiones

La investigación permite concluir que los retos digitales gamificados, cuando se diseñan con intencionalidad pedagógica y alineación curricular, pueden constituir una estrategia efectiva para fortalecer el razonamiento lógico-matemático en Educación Básica. La propuesta GeoRetos RA-Math evidenció mejoras superiores en el grupo experimental, especialmente en resolución de problemas, argumentación matemática y flexibilidad estratégica. El aporte científico del estudio radica en articular gamificación, realidad aumentada y evaluación estadística en un modelo didáctico que no se centra únicamente en motivar, sino en producir evidencias de aprendizaje vinculadas a destrezas matemáticas. Asimismo, la validación por expertos y la confiabilidad del instrumento respaldan la pertinencia técnica de la propuesta, mientras que el análisis con *t* de Student, correlación de Pearson y *d* de Cohen permite interpretar los resultados desde la significancia, la asociación y la magnitud del efecto.

Se concluye también que la incorporación de tecnología en Matemática debe comprenderse como un proceso de mediación educativa y no como sustitución de la enseñanza docente. Los retos digitales, las insignias, la retroalimentación y la realidad aumentada aportan valor cuando promueven exploración, reintento, explicación y transferencia de procedimientos. En consecuencia, la propuesta puede ser utilizada como referente para instituciones que buscan mejorar aprendizajes matemáticos mediante experiencias activas y progresivas, siempre que se adapte a las condiciones tecnológicas y curriculares del contexto. Como línea futura, se recomienda aplicar la propuesta con bases de datos reales más amplias, seguimiento longitudinal y análisis cualitativo de la

experiencia estudiantil, con el fin de profundizar en los mecanismos que explican la mejora del razonamiento lógico-matemático.

Referencias

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Byun, J., & Joung, E. (2018). Digital game-based learning for K-12 mathematics education: A meta-analysis. *School Science and Mathematics*, 118(3-4), 113-126. <https://doi.org/10.1111/ssm.12271>
- CEPAL. (2020). Education in the time of COVID-19. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. <https://repositorio.cepal.org/>
- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 88-113. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001>
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79-122. <https://doi.org/10.3102/0034654315582065>
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9-15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., de-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380-392. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025-3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Herrera, P., Trucco, D., & Ullmann, H. (2025). Education and the development of digital competences in Latin America and the Caribbean. *Economic Commission for Latin America and the Caribbean*.
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, Article 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>

- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-243. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9125-8>
- Ministerio de Educación. (2016). Currículo de los niveles de educación obligatoria: Matemática. Ministerio de Educación del Ecuador.
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258-283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Rakes, C. R., Ronau, R. N., Bush, S. B., Driskell, S. O., Niess, M. L., & Pugalee, D. K. (2020). Mathematics achievement and orientation: A systematic review and meta-analysis of education technology. *Educational Research Review*, 31, Article 100337. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100337>
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- 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. <https://doi.org/10.4300/JGME-D-12-00156.1>
- UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- UNESCO. (2024). The urgency of educational recovery in Latin America and the Caribbean. UNESCO.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249-265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>

Declaración

Declaración	Detalle
Conflicto de intereses	Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.
Financiamiento	No existió asistencia financiera de partes externas para la elaboración del presente artículo.
Agradecimiento	N/A
Nota	El artículo no es producto de una publicación anterior.

Declaración

Declaración	Detalle
Conflicto de intereses	Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.
Financiamiento	No existió asistencia financiera de partes externas para la elaboración del presente artículo.
Agradecimiento	N/A
Nota	El artículo no es producto de una publicación anterior.