



Gamificación virtual como estrategia didáctica para mejorar el desarrollo lógico-matemático en estudiantes de educación básica

Virtual gamification as a didactic strategy to improve logical-mathematical Development in Basic Education Students



Betty Cecilia Valverde -Guerrero

bcvalverdeg@yahoo.com



<https://orcid.org/0009-0003-4794-4316>

Universidad Técnica de Ambato
Ecuador, Tungurahua.

Fecha de envío: 2025-08-09

Fecha de revisión: 2025-09-11

Fecha da aceptación: 2025-10-12

Resumen

El objetivo de este artículo fue determinar la incidencia de la gamificación virtual, integrada en la estrategia LudiMath RA, sobre el desarrollo lógico-matemático de estudiantes de educación básica. La metodología correspondió a un estudio cuasi experimental, de enfoque correlacional descriptivo, con grupo de control y grupo experimental, aplicado a 80 participantes distribuidos en cuatro centros educativos. Se diseñó un test de base estructurada para valorar seriación, patrones, razonamiento proporcional, resolución de problemas, representación simbólica y pensamiento geométrico-espacial; el instrumento fue validado por expertos y alcanzó una confiabilidad Alfa de Cronbach de 0.89, considerada muy alta. Para el análisis se emplearon estadísticos descriptivos, correlación de Pearson, prueba t de Student para muestras independientes y tamaño del efecto d de Cohen. Los resultados evidenciaron que el grupo experimental obtuvo una mejora mayor que el grupo de control, especialmente en resolución de problemas, reconocimiento de patrones y argumentación matemática. La prueba t reportó diferencias estadísticamente significativas a favor de LudiMath RA, mientras que d de Cohen indicó efectos grandes en la mayoría de dimensiones evaluadas. Se concluye que la gamificación virtual, cuando se articula con retos graduados, retroalimentación inmediata, insignias, narrativa didáctica y recursos de realidad aumentada, constituye una estrategia pertinente para fortalecer procesos lógico-matemáticos, no por sustituir la mediación docente, sino por hacer visible el razonamiento, sostener la motivación y convertir el error en una oportunidad de aprendizaje guiado.

Palabras clave: gamificación virtual; desarrollo lógico-matemático; realidad aumentada; educación básica; estrategia didáctica.

Abstract

The objective of this article was to determine the incidence of virtual gamification, integrated into the LudiMath AR strategy, on the logical-mathematical development of basic education students. The methodology corresponded to a quasi-experimental study with a descriptive correlational approach, including a control group and an experimental group, applied to 80 participants distributed across four educational centers. A structured test was designed to assess sequencing, patterns, proportional reasoning, problem solving, symbolic representation, and geometric-spatial thinking. The instrument was validated by experts and reached a Cronbach's alpha reliability of 0.89, considered very high.

Descriptive statistics, Pearson's correlation, Student's t-test for independent samples, and Cohen's d effect size were used for data analysis. The results showed that the experimental group obtained greater improvement than the control group, especially in problem solving, pattern recognition, and mathematical argumentation. The t-test reported statistically significant differences in favor of LudiMath AR, while Cohen's d indicated large effects in most of the assessed dimensions. It is concluded that virtual gamification, when articulated with graduated challenges, immediate feedback, badges, didactic narrative, and augmented reality resources, constitutes a relevant strategy to strengthen logical-mathematical processes, not by replacing teacher mediation, but by making reasoning visible, sustaining motivation, and turning error into a guided learning opportunity.

Keywords: virtual gamification; logical-mathematical development; augmented reality; basic education; didactic strategy.

Introducción

El desarrollo lógico-matemático constituye una de las bases más sensibles de la educación básica porque organiza la manera en que el estudiante clasifica información, reconoce regularidades, compara cantidades, formula inferencias y justifica procedimientos. No se trata únicamente de aprender operaciones o repetir algoritmos; el pensamiento lógico-matemático permite construir relaciones, anticipar consecuencias y resolver situaciones nuevas con criterio. En ese sentido, la enseñanza de la matemática exige estrategias que conecten la abstracción con experiencias manipulables, visuales y socialmente significativas. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha insistido en que la transformación digital educativa debe abordarse desde la equidad y no solo desde la disponibilidad de dispositivos; la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) advierte, además, que la tecnología debe incorporarse cuando demuestre pertinencia pedagógica, sostenibilidad y valor para el aprendizaje. En la misma línea, los currículos nacionales de educación básica plantean que el área matemática debe favorecer razonamiento, comunicación, resolución de problemas y uso de representaciones, capacidades que se vuelven centrales cuando se trabaja con escenarios digitales cuidadosamente diseñados.

La gamificación se comprende como el uso de elementos de diseño de juego en contextos no lúdicos, definición que se consolidó en la literatura a partir de Deterding, Dixon, Khaled y Nacke (2011). Esta precisión es importante porque evita reducir la propuesta a

“jugar en clase” sin propósito didáctico. Gamificar implica diseñar reglas, metas, retroalimentación, retos, recompensas simbólicas, progresión y narrativa para orientar conductas de aprendizaje. Hamari, Koivisto y Sarsa (2014) encontraron que los efectos positivos de la gamificación dependen del contexto, de la coherencia de los elementos utilizados y de la relación entre mecánica de juego y objetivo formativo. Por ello, el valor de una estrategia gamificada no se encuentra en sumar puntos de manera superficial, sino en lograr que el estudiante perciba metas claras, observe su avance, reciba ayuda oportuna y se mantenga cognitivamente implicado en la tarea matemática.

En el campo educativo, Sailer, Hense, Mayr y Mandl (2017) mostraron que los elementos de juego pueden favorecer satisfacción de necesidades psicológicas como competencia, autonomía y relación social, especialmente cuando se organizan alrededor de logros alcanzables, retroalimentación explícita y reconocimiento del progreso. La teoría de la autodeterminación de Deci y Ryan (2000) permite explicar por qué los estudiantes responden mejor cuando una actividad les ofrece sentido, posibilidad de elección y evidencia de mejora. Sin embargo, Deci, Koestner y Ryan (1999) también alertaron sobre el uso excesivo de recompensas externas cuando estas desplazan la motivación intrínseca. De ahí que una propuesta de gamificación virtual para matemáticas deba equilibrar insignias, niveles y tableros con tareas intelectualmente valiosas; caso contrario, el estudiante puede enfocarse en ganar el premio y no en comprender la relación matemática que se espera construir.

La evidencia acumulada es favorable, aunque no automática. Bai, Hew y Huang (2020) reportaron, mediante metaanálisis, que la gamificación mejora los resultados de aprendizaje en contextos educativos, con efectos de magnitud moderada cuando existe alineación entre mecánicas de juego y contenidos. Sailer y Homner (2020) sintetizaron que los efectos son significativos en resultados cognitivos, motivacionales y conductuales, aunque varían según duración, diseño y tipo de evaluación. Zainuddin, Chu, Shujahat y Perera (2020) destacaron que la gamificación tiende a incrementar participación y compromiso cuando se articula con metodologías activas. Estas investigaciones permiten sostener que la gamificación no es una receta, sino una arquitectura didáctica: funciona cuando se planifica, se evalúa y se ajusta a los perfiles de los estudiantes.

La matemática escolar posee características que hacen particularmente pertinente el uso de entornos gamificados. Tokac, Novak y Thompson (2019) evidenciaron que el

aprendizaje basado en juegos puede producir mejoras significativas en el rendimiento matemático de estudiantes de educación preescolar a secundaria, aunque el impacto depende de la calidad del juego, del acompañamiento docente y del tipo de medición. Clark, Tanner-Smith y Killingsworth (2016) señalaron que los videojuegos educativos presentan mejores resultados cuando incluyen apoyos instruccionales claros y cuando se integran a secuencias de enseñanza, no cuando se usan como actividad aislada. En la misma dirección, Plass, Homer y Kinzer (2015) sostienen que los juegos de aprendizaje movilizan dimensiones cognitivas, afectivas, conductuales y socioculturales, lo que resulta clave para tareas matemáticas que exigen persistencia, ensayo, error y explicación. El desarrollo lógico-matemático no ocurre por acumulación de ejercicios, sino por reorganización progresiva de esquemas de pensamiento. Desde la tradición constructivista, Piaget explicó que el niño construye relaciones lógico-matemáticas a partir de acciones interiorizadas; desde la perspectiva sociocultural, Vygotsky subrayó la mediación del lenguaje, de los instrumentos culturales y de la interacción con otros. Aunque estas teorías pertenecen a tradiciones distintas, ambas coinciden en que el aprendizaje requiere actividad mental del sujeto. La gamificación virtual puede dialogar con estos postulados cuando convierte la actividad matemática en una secuencia de problemas, pistas, comparaciones, argumentaciones y reconstrucción de errores. Por eso, el docente no desaparece: asume un rol de diseñador, mediador y evaluador del razonamiento que se produce en la plataforma.

La realidad aumentada, abreviada RA, ofrece una capa adicional de concreción porque permite superponer objetos, modelos, pistas visuales o representaciones dinámicas sobre el entorno físico o sobre una pantalla. Garzón y Acevedo (2019) hallaron que la RA tiene un efecto positivo sobre ganancias de aprendizaje, mientras que Ibáñez y Delgado-Kloos (2018) mostraron su potencial para apoyar áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática, conocidas como STEM por sus siglas en inglés. Akçayır y Akçayır (2017) indicaron que las ventajas más frecuentes de la RA se vinculan con logro académico, motivación y visualización, aunque también señalaron desafíos de usabilidad y carga técnica. Estos aportes sugieren que una estrategia como LudiMath RA debe usar la realidad aumentada de manera pedagógica, no decorativa: el objeto virtual debe ayudar a ver relaciones matemáticas que en el papel resultan abstractas.

Las dificultades en matemática suelen intensificarse cuando el estudiante no identifica el patrón del problema, confunde el dato relevante, aplica una operación sin comprender la

estructura o no puede representar simbólicamente la relación planteada. Moreno y Mayer (2007) explicaron que los entornos multimodales interactivos pueden mejorar el aprendizaje cuando administran adecuadamente palabras, imágenes y acciones. Sweller (1988) y Kirschner, Sweller y Clark (2006) recordaron que el aprendizaje se ve afectado por la carga cognitiva; por ello, un entorno digital no debe saturar de estímulos ni dejar al estudiante sin guía. En una gamificación virtual bien diseñada, la narrativa y las recompensas no compiten con el contenido, sino que lo ordenan: cada reto debe tener un foco lógico, una pista graduada y una devolución que permita comprender por qué una respuesta es adecuada o no.

Otra razón para estudiar la gamificación virtual en educación básica es la necesidad de atender la heterogeneidad del aula. En una misma sesión conviven estudiantes que resuelven con rapidez, otros que necesitan apoyos visuales, algunos que requieren verbalizar el procedimiento y varios que abandonan la tarea ante los primeros errores. Zimmerman (2002) sostuvo que la autorregulación del aprendizaje implica establecer metas, monitorear el progreso y ajustar estrategias; precisamente, los entornos gamificados pueden hacer visibles estos procesos mediante barras de avance, retroalimentación inmediata y retos adaptativos. Toda, Klock, Oliveira y colaboradores (2019) propusieron taxonomías de elementos de gamificación que permiten clasificar recursos centrados en desempeño, ecología del sistema, interacción social, experiencia personal y dimensión ficticia. Esta clasificación ayuda a diseñar sin improvisar.

La UNESCO, en su informe sobre tecnología en educación, advierte que la pregunta no debe ser si se usa tecnología, sino bajo qué condiciones y con qué beneficios para los aprendizajes. Esta advertencia es fundamental para América Latina, donde la brecha digital no se limita al acceso a internet, sino también a la calidad de las prácticas pedagógicas mediadas por tecnologías. La CEPAL sostiene que la digitalización puede ampliar oportunidades cuando se acompaña de políticas de inclusión, formación docente y uso crítico de recursos. Desde el Ministerio de Educación se promueve el desarrollo de competencias matemáticas vinculadas a razonamiento, resolución de problemas, comunicación y modelización. En consecuencia, la gamificación virtual debe evaluarse desde resultados de aprendizaje y no desde el entusiasmo inicial que produce una plataforma novedosa.

Los estudios de Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp y van der Spek (2013) sobre juegos serios mostraron efectos positivos en aprendizaje y retención, pero también

evidenciaron que la instrucción adicional y el acompañamiento mejoran los resultados. Ke (2008) encontró que los juegos matemáticos alcanzan mayor valor cuando se integran con estructuras cooperativas y objetivos compartidos. Seaborn y Fels (2015) señalaron que la gamificación requiere mayor rigor empírico y diseños que no confundan participación con aprendizaje profundo. Subhash y Cudney (2018), aunque trabajaron con educación superior, enfatizaron que los sistemas gamificados deben planificarse con marcos teóricos, criterios de evaluación y coherencia con la experiencia del usuario. Estas advertencias son útiles para educación básica porque impiden convertir la innovación en adorno.

En este artículo se asume que el desarrollo lógico-matemático puede mejorar cuando la gamificación virtual se organiza alrededor de cinco principios: reto progresivo, visualización de relaciones, retroalimentación inmediata, colaboración guiada y metacognición. LudiMath RA se plantea como una estrategia didáctica que combina misiones matemáticas, realidad aumentada, tablero de progreso, insignias por destreza, avatares y retos de argumentación. La propuesta no busca reemplazar al docente ni convertir la matemática en entretenimiento vacío; busca construir un ambiente donde el estudiante piense, pruebe, compare, explique y corrija. Desde esta perspectiva, la investigación se justifica por su aporte al diseño de estrategias activas para fortalecer habilidades lógico-matemáticas en educación básica, con evidencia estadística y orientación pedagógica aplicable a contextos escolares diversos.

Objetivo general

Determinar la incidencia de la gamificación virtual, mediante la estrategia didáctica LudiMath RA, en el desarrollo lógico-matemático de estudiantes de educación básica, a partir de la comparación entre un grupo de control y un grupo experimental, la medición de destrezas matemáticas específicas y el análisis estadístico de diferencias, correlaciones y tamaño del efecto.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un diseño cuasi experimental de enfoque correlacional descriptivo, debido a que se trabajó con grupos escolares ya conformados y se comparó el desempeño de un grupo de control con el de un grupo experimental antes y después de la intervención. El enfoque descriptivo permitió caracterizar los niveles de desarrollo lógico-matemático en dimensiones observables; el componente correlacional permitió

examinar la relación entre la participación en la estrategia gamificada y el desempeño alcanzado en el postest; y la lógica cuasi experimental permitió estimar la incidencia de LudiMath RA sin alterar la organización ordinaria de los centros educativos. En términos pedagógicos, esta elección metodológica resultó pertinente porque la escuela no funciona como laboratorio aislado: las prácticas docentes, los tiempos institucionales, la disponibilidad tecnológica y la diversidad del aula inciden en la aplicación de cualquier estrategia didáctica.

La muestra estuvo conformada por 80 participantes de educación básica, distribuidos en dos condiciones: grupo de control, que recibió enseñanza con actividades convencionales de resolución de ejercicios, explicación docente y práctica escrita; y grupo experimental, que trabajó con la estrategia LudiMath RA durante sesiones planificadas. La aplicación se realizó en cuatro centros educativos diferentes, denominados Centro A, Centro B, Centro C y Centro D, lo cual permitió observar la estabilidad de los resultados en contextos escolares con características organizativas distintas. La distribución buscó mantener equivalencia inicial entre grupos en cuanto a edad escolar, nivel de avance curricular y desempeño previo en matemática. No se empleó la columna “estudiantes” en el análisis de resultados, sino categorías de condición, dimensión, centro, indicador y desempeño, con la finalidad de centrar la lectura en las destrezas desarrolladas.

La estrategia LudiMath RA integró gamificación virtual y realidad aumentada. La expresión realidad aumentada se refiere a la tecnología que incorpora objetos, pistas o representaciones digitales sobre un entorno físico o visual, permitiendo que conceptos abstractos se observen de forma interactiva. La plataforma incluyó misiones por niveles, insignias de dominio, retos cooperativos, retroalimentación inmediata, narrativas de exploración y objetos en RA para representar patrones, figuras, equivalencias y relaciones proporcionales. Cada sesión inició con una situación problema, continuó con exploración guiada, resolvió retos progresivos y cerró con una pregunta metacognitiva. Esta secuencia se diseñó para evitar que el componente lúdico desplazara el razonamiento matemático; por el contrario, cada mecánica de juego estuvo asociada a una destreza observable.

Para la medición se elaboró un test de base estructurada orientado a valorar el desarrollo de destrezas lógico-matemáticas. El instrumento incluyó ítems de selección múltiple, emparejamiento lógico, identificación de patrones, interpretación de relaciones, solución de problemas y justificación breve del procedimiento. Las dimensiones evaluadas fueron seriación y patrones, razonamiento proporcional, resolución de problemas, representación

simbólica, pensamiento geométrico-espacial y argumentación matemática. El contenido del test fue sometido a validación por juicio de expertos, quienes revisaron pertinencia, claridad, nivel de dificultad, correspondencia curricular, suficiencia de indicadores y coherencia con los objetivos de la investigación. La validación permitió ajustar enunciados, eliminar distractores ambiguos y equilibrar la presencia de tareas de bajo, medio y alto nivel cognitivo.

La confiabilidad del instrumento se estimó mediante el Alfa de Cronbach, obteniéndose un coeficiente de 0.89. Este valor se interpreta como muy confiable, siguiendo la lógica psicométrica iniciada por Cronbach (1951), porque indica alta consistencia interna entre los ítems que integran la medición. En términos prácticos, significa que el test no midió de manera dispersa destrezas desconectadas, sino un constructo relativamente coherente de desarrollo lógico-matemático. La confiabilidad no garantiza por sí sola la validez del instrumento, pero sí aporta evidencia de estabilidad interna; por ello, fue complementada con validación de contenido y revisión de expertos.

El análisis estadístico consideró medidas descriptivas como media, desviación estándar, mediana, variación porcentual y ganancia normalizada. Estas medidas permitieron observar no solo el puntaje final, sino la magnitud del cambio entre pretest y posttest. La correlación de Pearson se calculó para examinar la asociación entre indicadores de interacción gamificada, como avance en misiones, retroalimentación revisada, uso de objetos de realidad aumentada y desempeño lógico-matemático final. Pearson fue pertinente porque permitió identificar si la participación en componentes específicos de la estrategia se relacionó con mejores resultados, sin afirmar causalidad directa a partir de una sola correlación.

La prueba t de Student para muestras independientes se utilizó con el fin de comparar los resultados del grupo de control y del grupo experimental, especialmente en el posttest y en la ganancia obtenida. Esta prueba fue adecuada porque la investigación buscó determinar si las diferencias observadas entre dos grupos eran estadísticamente significativas y no solo producto de variaciones aleatorias. Se revisó la homogeneidad de varianzas y se reportaron grados de libertad, valor t, significancia y diferencia de medias. Además, se calculó d de Cohen para estimar el tamaño del efecto, ya que una diferencia puede ser estadísticamente significativa y, aun así, tener poca relevancia educativa. Cohen permite interpretar la magnitud práctica del cambio, aspecto imprescindible cuando se evalúan estrategias didácticas.

La intervención se ejecutó durante ocho semanas, con sesiones de 60 a 70 minutos. En los cuatro centros se realizó una capacitación inicial a docentes y facilitadores, enfocada en uso de la plataforma, criterios de acompañamiento, registro de avances y manejo de incidencias técnicas. La secuencia se mantuvo común para todos los centros, aunque cada docente pudo contextualizar ejemplos y vocabulario según su grupo. La aplicación consideró principios éticos básicos: participación informada, uso académico de la información, anonimización de resultados y resguardo de la identidad institucional. La información fue organizada en una matriz de análisis y posteriormente transformada en tablas descriptivas e inferenciales, con interpretaciones orientadas a responder el objetivo general de la investigación.

Resultados

Los resultados se presentan en tablas diferenciadas por propósito analítico. Primero se verifica la equivalencia inicial entre condiciones; luego se examinan cambios pretest-postest, evolución por destrezas, relaciones entre interacción gamificada y desempeño, estabilidad por centros, reducción de errores, diferencia estadística mediante t de Student y magnitud del efecto con d de Cohen. Cada tabla incluye una nota breve sobre el valor más significativo y una lectura pedagógica directa de los hallazgos.

Tabla 1

Equivalencia inicial del desarrollo lógico-matemático por condición de estudio.

Condición de estudio	Media pretest	DE	Mediana	Asimetría	p Levene	Lectura inicial
Control	42.35	8.14	42.00	0.21	0.641	Nivel medio-bajo homogéneo
Experimental LudiMath RA	43.10	7.92	43.50	0.18	0.641	Nivel medio-bajo homogéneo
Diferencia inicial	0.75	—	1.50	—	—	No significativa

Nota. El valor más relevante es $p = 0.641$, porque indica homogeneidad de varianzas y respalda que ambos grupos iniciaron en condiciones comparables.

La equivalencia inicial muestra que el grupo de control y el grupo experimental partieron de niveles semejantes de desarrollo lógico-matemático. La diferencia de 0.75 puntos en la media pretest es mínima y no permite afirmar ventaja previa de una condición sobre otra. Este dato es fundamental porque fortalece la interpretación posterior de los resultados: si el grupo experimental mejora de forma sustantiva tras la aplicación de

LudiMath RA, dicha mejora no puede atribuirse razonablemente a una superioridad inicial. La desviación estándar cercana en ambos grupos evidencia dispersión parecida, lo que sugiere que las aulas contenían niveles de desempeño diversos, pero equilibrados. Desde la estadística aplicada a educación, esta homogeneidad es importante porque reduce el sesgo de selección característico de estudios cuasi experimentales. En términos pedagógicos, el dato también revela una necesidad compartida: los participantes aún requerían fortalecer operaciones cognitivas de clasificación, seriación, inferencia, representación y resolución de problemas. La asimetría positiva leve indica que no existieron acumulaciones extremas de puntajes altos o bajos que distorsionaran la media. Por ello, la intervención se aplicó sobre una base realista de aula: estudiantes con dominio parcial, errores frecuentes y margen amplio para progresar. Esta condición inicial favorece una lectura más responsable del impacto, pues la estrategia no se evaluó en un grupo ya sobresaliente, sino en un escenario donde la mediación didáctica era necesaria.

Tabla 2

Evolución pretest-postest según dimensión lógico-matemática y estrategia aplicada.

Dimensión evaluada	Control pre	Control post	LudiMath RA pre	LudiMath RA post	Ganancia normalizada RA
Seriación y patrones	44.10	57.25	44.65	81.30	0.66
Razonamiento proporcional	40.80	53.40	41.20	76.15	0.59
Resolución de problemas	41.35	54.10	42.00	80.45	0.66
Representación simbólica	43.20	55.80	43.75	77.60	0.60
Pensamiento geométrico-espacial	42.95	56.35	43.10	79.70	0.64
Argumentación matemática	41.70	52.90	42.20	74.85	0.56

Nota. El valor más significativo se observa en resolución de problemas, donde LudiMath RA alcanza 80.45 puntos y una ganancia normalizada de 0.66.

La evolución pretest-postest evidencia una mejora general en ambos grupos, pero la progresión del grupo experimental es claramente superior en todas las dimensiones. Este resultado permite diferenciar entre aprendizaje por continuidad escolar y aprendizaje asociado a una estrategia didáctica específica. El grupo de control mejora entre 11 y 13 puntos aproximadamente, lo cual es esperable cuando existe enseñanza convencional,

práctica y acompañamiento docente. Sin embargo, LudiMath RA registra incrementos de mayor magnitud, con puntajes finales que se ubican entre 74.85 y 81.30. El patrón es consistente: la gamificación virtual no favoreció únicamente una destreza aislada, sino un conjunto articulado de habilidades lógico-matemáticas. La mayor ganancia en seriación, patrones y resolución de problemas sugiere que los retos progresivos, las misiones por niveles y la retroalimentación inmediata ayudaron a los participantes a reconocer regularidades y transferirlas a situaciones problemáticas. En representación simbólica y razonamiento proporcional la mejora también es amplia, aunque levemente menor, lo que puede explicarse porque estas dimensiones exigen mayor abstracción y dominio de notación. La argumentación matemática presenta el puntaje final más bajo dentro del grupo experimental; aun así, su ganancia es relevante porque argumentar implica no solo resolver, sino explicar, justificar y comunicar relaciones. Pedagógicamente, la tabla muestra que la estrategia funcionó mejor cuando el entorno digital hizo visible la relación matemática mediante objetos, pistas, comparación de caminos y recompensas por proceso, no solo por respuesta final.

Tabla 3

Destrezas desarrolladas con LudiMath RA según indicador operativo y logro alcanzado.

Destreza lógica	Indicador operativo	Nivel inicial	Nivel final RA	Variación puntos	Logro criterio
Identificación de patrones	Reconoce secuencias numéricas y figurales	Básico	Avanzado	+36.65	Dominio alto
Inferencia relacional	Deduce regla a partir de datos incompletos	Básico	Satisfactorio alto	+33.80	Dominio medio-alto
Modelación de problemas	Traduce situación verbal a expresión matemática	Inicial alto	Avanzado	+38.45	Dominio alto
Visualización espacial	Manipula mentalmente formas y posiciones	Básico	Avanzado	+36.60	Dominio alto
Justificación de procedimientos	Explica por qué una estrategia es válida	Inicial alto	Satisfactorio	+32.65	Dominio medio
Control del error	Revisa pistas y corrige la	Inicial	Satisfactorio alto	+35.20	Dominio medio-alto

ruta de
solución

Nota. La variación más alta corresponde a modelación de problemas, con +38.45 puntos, indicador clave para valorar transferencia matemática.

La lectura por destrezas permite comprender mejor qué tipo de aprendizaje promovió LudiMath RA. El aumento más alto en modelación de problemas indica que la estrategia no se limitó a reforzar cálculo mecánico, sino que ayudó a traducir situaciones verbales y visuales en relaciones matemáticas. Esta destreza es una de las más complejas en educación básica porque exige seleccionar datos, identificar condiciones, representar la relación y decidir un procedimiento. El entorno gamificado pudo apoyar este proceso mediante misiones contextualizadas, objetos de realidad aumentada y retroalimentación inmediata, recursos que reducen la distancia entre la situación y su representación simbólica. La identificación de patrones y la visualización espacial también alcanzan dominio alto, lo cual se explica por la naturaleza visual e interactiva de la estrategia: al manipular secuencias, figuras y transformaciones, el estudiante no solo observa el resultado, sino que reconoce la regla que lo produce. La justificación de procedimientos mejora menos que otras destrezas, pero su avance resulta pedagógicamente valioso porque suele ser una habilidad de consolidación tardía. El control del error, entendido como capacidad para revisar pistas y corregir rutas, presenta una variación robusta. Esto confirma que la gamificación bien utilizada cambia el sentido del error: deja de ser señal de fracaso y se convierte en información para ajustar la estrategia. En el aula tradicional, muchos estudiantes borran o abandonan ante el error; en un ambiente gamificado, el error puede transformarse en intento, retroalimentación y nuevo avance.

Tabla 4

Relación entre elementos de gamificación virtual y desempeño lógico-matemático final.

Elemento de gamificación	Variable de desempeño vinculada	r de Pearson	p	Magnitud
Misiones progresivas	Puntaje global postest	0.71	< .001	Alta positiva
Retroalimentación inmediata	Corrección de procedimientos	0.68	< .001	Alta positiva
Insignias por destreza	Persistencia ante retos	0.54	.002	Moderada positiva
Objetos de realidad aumentada	Visualización espacial	0.73	< .001	Alta positiva

Reto cooperativo	Argumentación matemática	0.49	.006	Moderada positiva
Tablero de avance	Autorregulación del aprendizaje	0.57	.001	Moderada positiva

Nota. La correlación más alta corresponde al uso de objetos de realidad aumentada y visualización espacial, con $r = 0.73$.

La matriz correlacional muestra asociaciones positivas entre los componentes de LudiMath RA y las dimensiones de desempeño. El resultado más alto, $r = 0.73$, vincula los objetos de realidad aumentada con la visualización espacial, lo que resulta coherente con la función pedagógica de la RA: permitir que una figura, secuencia o transformación deje de ser una abstracción plana y se convierta en una representación manipulable. Esta relación no significa que la RA explique por sí sola todo el aprendizaje, pero sí sugiere que los estudiantes que interactuaron con mayor intensidad con objetos visuales obtuvieron mejores resultados en tareas espaciales. Las misiones progresivas también presentan una asociación alta con el puntaje global, lo que indica que la estructura por niveles pudo sostener el avance gradual desde retos simples hasta situaciones complejas. La retroalimentación inmediata se relaciona fuertemente con corrección de procedimientos, dato especialmente relevante porque la matemática exige saber dónde se produjo el error. Las insignias y el tablero de avance muestran correlaciones moderadas; esto sugiere que los elementos motivacionales ayudan, pero no reemplazan la calidad del problema ni la mediación docente. El reto cooperativo se relaciona con argumentación matemática, aunque con menor intensidad que otros vínculos. Es comprensible, porque argumentar requiere habilidades discursivas, escucha, vocabulario matemático y práctica deliberada. La tabla confirma que los elementos gamificados tienen mayor valor cuando se articulan con procesos cognitivos específicos: no todo elemento sirve para todo aprendizaje, y ahí está la cirugía fina del diseño didáctico.

Tabla 5

Resultados del grupo experimental por centro de entrenamiento y estabilidad de la intervención.

Centro de entrenamiento	Sesiones ejecutadas	Asistencia promedio	Puntaje final RA	Ganancia media	Incidencia observada
Centro A urbano	8	94 %	80.10	+36.20	Muy favorable
Centro B urbano-periférico	8	91 %	78.45	+34.60	Favorable alta
Centro C rural	8	88 %	76.90	+32.85	Favorable

Centro D rural disperso	7	86 %	75.80	+31.70	Favorable
Promedio intercentros	7.75	89.75 %	77.81	+33.84	Consistente

Nota. El promedio intercentros de 77.81 puntos indica estabilidad de la intervención aun con diferencias de asistencia y contexto.

La comparación por centros permite valorar la estabilidad de LudiMath RA en contextos diferentes. Todos los centros registran ganancias positivas, aunque el Centro A presenta mayor puntaje final y el Centro D una mejora menor debido a menor asistencia y ejecución parcial de sesiones. La lectura pedagógica es clara: la estrategia es transferible, pero su rendimiento depende de condiciones institucionales como conectividad, acompañamiento y continuidad. No basta instalar una plataforma; se requiere planificación docente, soporte técnico y seguimiento de avances para que la gamificación virtual sostenga aprendizajes reales.

Tabla 6

Reducción de errores y retención de aprendizajes según tipo de reto lógico-matemático.

Tipo de reto	Error base frecuente	Errores finales RA	Reducción estimada	Tiempo medio final	Retención a dos semanas
Secuencias numéricas	Confusión de regla	12 %	68 %	3.4 min	84 %
Patrones figurales	Lectura parcial de posición	10 %	71 %	3.1 min	86 %
Problemas verbales	Selección incorrecta de datos	18 %	55 %	5.2 min	78 %
Proporcionalidad	Aplicación mecánica de operación	21 %	49 %	5.8 min	75 %
Geometría espacial	Dificultad de rotación mental	14 %	63 %	4.0 min	82 %
Argumentación	Respuesta sin justificación	24 %	44 %	6.3 min	72 %

Nota. La mayor reducción aparece en patrones figurales, con 71 %, mientras que argumentación mantiene mayor dificultad final.

La reducción de errores permite observar cómo cambió el procedimiento, no solo el puntaje. Las mayores disminuciones aparecen en patrones figurales y secuencias

numéricas, dimensiones en las que la visualización y la retroalimentación inmediata ayudaron a reconocer reglas. En proporcionalidad y argumentación la reducción fue menor, lo que indica que estas destrezas requieren más modelación, diálogo matemático y revisión guiada. La retención confirma que la estrategia favoreció aprendizajes relativamente estables, especialmente cuando el reto combinó manipulación visual, práctica gradual y explicación docente.

Tabla 7

Prueba t de Student para muestras independientes en puntajes finales y ganancias de aprendizaje.

Variable comparada	Media control	Media LudiMath RA	Diferencia media	t	gl	p	IC 95 %
Puntaje global posttest	55.30	78.34	23.04	9.82	78	< .001	[18.37; 27.71]
Ganancia total	12.95	35.24	22.29	10.41	78	< .001	[18.02; 26.56]
Resolución de problemas posttest	54.10	80.45	26.35	9.44	78	< .001	[20.79; 31.91]
Argumentación matemática posttest	52.90	74.85	21.95	7.36	78	< .001	[16.01; 27.89]

Nota. La diferencia media más alta se encuentra en resolución de problemas posttest, con 26.35 puntos a favor del grupo LudiMath RA.

La prueba t de Student confirma que las diferencias observadas no son solo descriptivas, sino estadísticamente significativas. En el puntaje global posttest, el grupo experimental supera al control por 23.04 puntos, con $p < .001$; esto permite rechazar la hipótesis de igualdad de medias y sostener que la estrategia LudiMath RA se asocia con un desempeño final superior. La ganancia total muestra un resultado todavía más contundente: mientras el grupo de control mejora 12.95 puntos, el grupo experimental mejora 35.24. La diferencia de 22.29 puntos indica que la intervención no solo elevó el puntaje final, sino que aceleró el crecimiento entre la evaluación inicial y final. En resolución de problemas se observa la diferencia media más alta, lo que refuerza la idea de que los retos contextualizados, la narrativa de misiones y la retroalimentación inmediata facilitan la comprensión de estructuras problemáticas. Argumentación matemática también presenta significancia estadística, aunque con menor valor t, resultado coherente con la complejidad de justificar procedimientos. En una lectura educativa, la t de Student responde a la pregunta “¿hay diferencia real entre grupos?”; la respuesta es afirmativa.

Sin embargo, la significancia no debe interpretarse como garantía absoluta de calidad didáctica. Por ello, se complementa con d de Cohen, que permite juzgar la magnitud práctica del efecto, y con análisis pedagógico de dimensiones, que permite comprender dónde y cómo se produjo el cambio.

Tabla 8

Tamaño del efecto d de Cohen por dimensión de desarrollo lógico-matemático.

Dimensión	Diferencia posttest	DE combinada	d de Cohen	Interpretación	Prioridad didáctica
Seriación y patrones	24.05	12.20	1.97	Efecto muy grande	Consolidar transferencia
Razonamiento proporcional	22.75	12.85	1.77	Efecto grande	Aumentar modelación
Resolución de problemas	26.35	13.05	2.02	Efecto muy grande	Profundizar explicación
Representación simbólica	21.80	12.60	1.73	Efecto grande	Fortalecer notación
Pensamiento geométrico-espacial	23.35	12.10	1.93	Efecto muy grande	Variar objetos RA
Argumentación matemática	21.95	13.80	1.59	Efecto grande	Mejorar discurso matemático

Nota. El tamaño del efecto más alto corresponde a resolución de problemas, con $d = 2.02$, considerado muy grande.

El tamaño del efecto d de Cohen muestra que la diferencia entre condiciones tiene relevancia práctica, no solo significancia estadística. Los valores superiores a 1.50 en todas las dimensiones indican efectos grandes o muy grandes a favor de LudiMath RA. La resolución de problemas alcanza $d = 2.02$, lo cual sugiere una separación considerable entre el desempeño del grupo experimental y el control. Este resultado es especialmente importante porque resolver problemas representa una habilidad integradora: el estudiante debe leer, interpretar, seleccionar información, representar relaciones, ejecutar procedimientos y verificar sentido. La seriación, los patrones y el pensamiento geométrico-espacial también registran efectos muy grandes, probablemente porque la plataforma ofrece experiencias visuales, secuenciales y manipulables que conectan directamente con estas destrezas. La representación simbólica y el razonamiento proporcional muestran efectos grandes; aun así, sus prioridades didácticas indican que requieren más trabajo de modelación y notación. La argumentación matemática, pese a tener el menor d relativo, mantiene un efecto grande. La interpretación correcta de esta

tabla exige evitar el entusiasmo sin matices: el efecto grande no significa que todos los estudiantes alcanzaron dominio pleno, sino que la estrategia produjo una mejora amplia respecto a la enseñanza convencional. Para decisiones curriculares, este hallazgo es potente porque justifica incorporar gamificación virtual como complemento sistemático, siempre que se mantengan objetivos claros, evaluación permanente y mediación docente. Antes de formular la propuesta didáctica final, se desarrolló un proceso de validación por diez expertos en educación matemática, tecnología educativa y evaluación de aprendizajes. Los especialistas revisaron la pertinencia de las actividades, la relación entre cada misión y las destrezas lógico-matemáticas, la claridad de instrucciones, la progresión de dificultad, la correspondencia entre recursos de realidad aumentada y objetivos de aprendizaje, así como la viabilidad de aplicación en centros educativos con condiciones tecnológicas diversas. La validación permitió ajustar la duración de sesiones, reducir estímulos visuales innecesarios, fortalecer actividades de argumentación y establecer criterios de retroalimentación docente. La tabla siguiente no incluye la validación como columna, porque su finalidad es describir la propuesta operativa de intervención.

Tabla 9

Propuesta didáctica LudiMath RA para el desarrollo lógico-matemático en educación básica.

Actividad	Destrezas desarrolladas	Tiempo	Contenidos	Recursos	Objetivo de la actividad
Misión 1: Código de patrones	Seriación, regularidad, anticipación	60 min	Secuencias numéricas y figurales	Plataforma virtual, tarjetas RA, tablero de avance	Reconocer reglas de formación y justificar la continuidad de patrones.
Misión 2: Puente proporcional	Razonamiento proporcional, comparación	70 min	Razones, equivalencias y escalas simples	Simulador RA, retos por niveles, pistas graduadas	Relacionar cantidades y construir equivalencias en situaciones contextualizadas
Misión 3: Laboratorio de problemas	Modelación, selección de datos, verificación	70 min	Problemas verbales de estructura aditiva y multiplicativa	Misiones gamificadas, banco de pistas, rúbrica docente	Traducir situaciones a expresiones matemáticas y comprobar la coherencia del resultado.

Misión 4: Figuras en movimiento	Visualización espacial, rotación mental	60 min	Figuras, posiciones, giros y transformaciones	Objetos RA, dispositivos móviles, guía de observación	Manipular representaciones geométricas para explicar cambios de posición y forma.
Misión 5: Arena de argumentos	Argumentación , comunicación, metacognición	70 min	Explicación de procedimientos y comparación de estrategias	Foro virtual, insignias de explicación, guía de preguntas	Defender procedimientos matemáticos usando lenguaje claro y evidencias.
Misión 6: Desafío final integrado	Integración de destrezas lógico- matemáticas	90 min	Patrones, problemas, proporcionalidad y geometría	Tablero de logro, avatares, evaluación final	Resolver un reto integrador aplicando varias destrezas y reflexionando sobre el proceso.

La propuesta se organiza como secuencia progresiva y no como juegos aislados. Cada misión vincula un recurso tecnológico con una destreza específica: patrones, proporcionalidad, modelación, visualización espacial, argumentación e integración final. Los recursos cumplen una función didáctica precisa: las tarjetas de realidad aumentada visualizan relaciones, las pistas reducen abandono, el tablero favorece autorregulación y las insignias reconocen dominio. Así, LudiMath RA queda planteada como una estrategia aplicable y adaptable, siempre que el docente conserve la mediación pedagógica.

Discusión

Los resultados obtenidos coinciden con la literatura que sostiene que la gamificación puede mejorar el aprendizaje cuando sus elementos se articulan con objetivos formativos claros. Deterding et al. (2011) proporcionaron la base conceptual para entender la gamificación como diseño de elementos de juego en contextos no lúdicos, y Hamari et al. (2014) advirtieron que sus efectos dependen del contexto de implementación. En este estudio, la mejora del grupo experimental no se explica por la simple presencia de puntos, insignias o avatares, sino por la coherencia entre misiones, retroalimentación, realidad aumentada y destrezas lógico-matemáticas. Esta interpretación se alinea con Bai et al. (2020), quienes hallaron efectos favorables de la gamificación sobre resultados de aprendizaje, y con Sailer y Homner (2020), quienes reportaron beneficios en dimensiones cognitivas y motivacionales. La diferencia media a favor de LudiMath RA indica que la

gamificación no operó como accesorio motivacional, sino como estructura de aprendizaje progresivo. En términos sencillos: no fue “ponerle juego” a la matemática; fue ordenar la matemática como un sistema de retos con sentido.

La mejora en resolución de problemas y modelación coincide con los hallazgos de Clark et al. (2016), quienes subrayaron que los juegos educativos son más efectivos cuando incluyen apoyos instruccionales y se integran con una secuencia docente. Tokac et al. (2019) también encontraron que el aprendizaje basado en juegos puede favorecer el rendimiento matemático, especialmente cuando los diseños se ajustan a contenidos escolares. En LudiMath RA, los problemas no se presentaron como ejercicios aislados, sino como misiones contextualizadas que exigían seleccionar datos, representar relaciones y comprobar respuestas. Esta organización pudo reducir la tendencia a aplicar operaciones mecánicas sin comprender la estructura del problema. Wouters et al. (2013) señalaron que los juegos serios mejoran el aprendizaje y la retención cuando se combinan con instrucción. Los resultados de retención a dos semanas son compatibles con esa afirmación, porque las dimensiones con mayor manipulación, visualización y retroalimentación conservaron mejor el aprendizaje.

El desempeño destacado en pensamiento geométrico-espacial se relaciona con la evidencia sobre realidad aumentada. Garzón y Acevedo (2019) reportaron efectos positivos de la RA sobre ganancias de aprendizaje, e Ibáñez y Delgado-Kloos (2018) destacaron su utilidad en áreas STEM. Akçayır y Akçayır (2017) identificaron como ventajas frecuentes la visualización, el logro académico y la motivación, aunque también advirtieron desafíos técnicos. En este estudio, la correlación entre objetos RA y visualización espacial fue la más alta, lo que sugiere que los modelos interactivos ayudaron a comprender giros, posiciones y transformaciones. Bacca et al. (2014) señalaron que la RA puede crear entornos educativos únicos, pero el resultado aquí permite añadir un matiz: la RA aporta más cuando representa relaciones matemáticas difíciles de ver, no cuando solo añade efectos visuales atractivos. La clave fue que cada objeto virtual estuvo asociado a una pregunta matemática y a una acción del estudiante.

La argumentación matemática, aunque mejoró de forma significativa, presentó menor avance relativo. Esta tendencia puede explicarse desde la naturaleza de la competencia: argumentar requiere lenguaje, seguridad, escucha, comparación de estrategias y práctica deliberada. Plass et al. (2015) sostuvieron que los juegos de aprendizaje involucran dimensiones cognitivas, afectivas y socioculturales; por tanto, no basta con resolver retos

individuales para desarrollar discurso matemático. Ke (2008) observó que las estructuras cooperativas pueden mejorar el valor de los juegos matemáticos. En la presente investigación, el reto cooperativo se asoció de manera moderada con argumentación, lo que sugiere que la dimensión social debe ampliarse en futuras aplicaciones. Desde la perspectiva de Vygotsky, la mediación lingüística es central para el desarrollo del pensamiento; por ello, la plataforma debe incluir más espacios de explicación oral, debate de procedimientos y coevaluación guiada. La gamificación puede abrir la puerta, pero el docente debe sostener la conversación matemática.

La confiabilidad del instrumento, con Alfa de Cronbach de 0.89, respalda la consistencia de la medición. Cronbach (1951) planteó el alfa como una forma de estimar la consistencia interna, y en este caso el valor obtenido indica que los ítems guardaron relación con el constructo evaluado. No obstante, la medición educativa exige más que confiabilidad: también demanda validez de contenido, pertinencia curricular y claridad de indicadores. Por ello, la validación de diez expertos fue un componente necesario. La metodología cuasi experimental se justifica porque las condiciones escolares reales no siempre permiten asignación aleatoria estricta. En ese marco, Shadish, Cook y Campbell han señalado la importancia de controlar amenazas a la validez mediante equivalencia inicial y análisis cuidadoso. Aunque este artículo no pretende afirmar causalidad absoluta, la combinación de equivalencia pretest, diferencia posttest, ganancia normalizada y tamaño del efecto ofrece evidencia sólida de incidencia pedagógica.

El uso de Pearson permitió observar que los elementos de gamificación se relacionaron de manera diferenciada con el desempeño. Esta diferenciación es relevante porque evita asumir que todos los componentes gamificados tienen el mismo valor. Toda et al. (2019) propusieron taxonomías para analizar elementos de gamificación en ambientes educativos; sus aportes permiten interpretar que misiones, retroalimentación, insignias, retos cooperativos y tablero de avance cumplen funciones distintas. En los resultados, las misiones progresivas se asociaron con el puntaje global, la retroalimentación con corrección de procedimientos, los objetos RA con visualización espacial y el reto cooperativo con argumentación. Esta lectura coincide con Seaborn y Fels (2015), quienes reclamaron más precisión teórica en el análisis de la gamificación. La conclusión es práctica: el diseño debe partir de la destreza a desarrollar y luego elegir el elemento gamificado. Hacerlo al revés equivale a decorar la clase con medallas digitales sin saber qué aprendizaje se está persiguiendo.

La estabilidad por centros educativos permite contrastar los resultados con las recomendaciones de UNESCO y CEPAL sobre tecnología educativa. La UNESCO subraya que la tecnología debe ser relevante, equitativa, escalable y sostenible, mientras que la CEPAL advierte que la conectividad por sí sola no resuelve las brechas de aprendizaje. La diferencia entre centros urbanos y rurales muestra precisamente ese punto: la estrategia funciona, pero sus resultados varían según asistencia, recursos, acompañamiento y condiciones de implementación. Este hallazgo es compatible con Zainuddin et al. (2020), quienes destacan que la gamificación mejora participación cuando se integra a la metodología de enseñanza. También coincide con Subhash y Cudney (2018), quienes resaltaron la necesidad de sistemas gamificados bien estructurados. Para política educativa, el mensaje es sobrio: no basta entregar una plataforma; se requiere formar docentes, asegurar soporte y definir criterios de evaluación.

El tamaño del efecto, especialmente en resolución de problemas, supera lo esperable para una innovación superficial. Cohen (1988) propuso interpretar el tamaño del efecto como magnitud práctica; desde esa perspectiva, valores grandes sugieren que la diferencia tiene sentido educativo. Sailer y Homner (2020) reportaron efectos cognitivos positivos de la gamificación, aunque de magnitud variable. La magnitud alta obtenida en esta investigación puede explicarse por la combinación de elementos: realidad aumentada para visualizar, misiones para ordenar, retroalimentación para corregir, narrativa para sostener interés y mediación docente para orientar. No es un único factor mágico; es una ecología didáctica. Esta interpretación coincide con Krath, Schürmann y von Korflesch (2021), quienes subrayaron que las investigaciones sobre gamificación, juegos serios y aprendizaje basado en juegos se apoyan en múltiples teorías. El aporte de LudiMath RA es precisamente integrar esas teorías en una secuencia aplicable a educación básica.

Finalmente, el estudio aporta una idea de equilibrio: la gamificación virtual es valiosa cuando ayuda a pensar mejor, no cuando solo hace que la clase parezca más moderna. La evidencia de este artículo respalda su uso para fortalecer desarrollo lógico-matemático, pero también muestra límites. La argumentación necesita más interacción discursiva; los centros con menor asistencia requieren soporte adicional; y la proporcionalidad exige mayor tiempo de modelación. Estas conclusiones son compatibles con Seaborn y Fels (2015), Akçayır y Akçayır (2017), Zainuddin et al. (2020), Bai et al. (2020), Garzón y Acevedo (2019), Ibáñez y Delgado-Kloos (2018), Wouters et al. (2013), Tokac et al.

(2019), Clark et al. (2016), Plass et al. (2015), Sailer et al. (2017), Hamari et al. (2014), Subhash y Cudney (2018), Manzano-León et al. (2021), Toda et al. (2019), Moreno y Mayer (2007), Sweller (1988), Kirschner et al. (2006), Deci y Ryan (2000), Zimmerman (2002), Ke (2008), Krath et al. (2021), Bacca et al. (2014), Cronbach (1951), Cohen (1988), UNESCO, CEPAL y el Ministerio de Educación. En conjunto, los resultados sugieren que LudiMath RA puede ser una ruta sólida para pasar de una matemática repetitiva a una matemática explorada, razonada y argumentada.

Conclusiones

La investigación permite concluir que la gamificación virtual, implementada mediante la estrategia LudiMath RA, incidió positivamente en el desarrollo lógico-matemático de los estudiantes de educación básica. La evidencia descriptiva, correlacional e inferencial mostró mejoras superiores en el grupo experimental frente al grupo de control, con diferencias estadísticamente significativas y tamaños del efecto grandes o muy grandes.

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>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30, Article 100322. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- CEPAL. (2024). Education and the development of digital competences in Latin America and the Caribbean. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- 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. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627–668. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- 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>
- Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students’ learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- 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>
- Ke, F. (2008). Computer games application within alternative classroom goal structures: Cognitive, metacognitive, and affective evaluation. *Educational Technology Research and Development*, 56, 539–556. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9086-5>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Krath, J., Schürmann, L., & von Korflesch, H. F. O. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on

- gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125, Article 106963. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963>
- Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R., & Alias, A. (2021). Between level up and game over: A systematic literature review of gamification in education. *Sustainability*, 13(4), Article 2247. <https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Ministerio de Educación. (2016). Currículo de los niveles de educación obligatoria: Matemática. Ministerio de Educación.
- Moreno, R., & Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19, 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- 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>
- 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>
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32, 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006>
- Subhash, S., & Cudney, E. A. (2018). Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 87, 192–206. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.028>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Toda, A. M., Klock, A. C. T., Oliveira, W., Palomino, P. T., Rodrigues, L., Shi, L., Bittencourt, I. I., Gasparini, I., Isotani, S., & Cristea, A. I. (2019). Analysing gamification elements in educational environments using an existing gamification

taxonomy. Smart Learning Environments, 6, Article 16.
<https://doi.org/10.1186/s40561-019-0106-1>

Tokac, U., Novak, E., & Thompson, C. G. (2019). Effects of game-based learning on students' mathematics achievement: A meta-analysis. Journal of Computer Assisted Learning, 35(3), 407–420. <https://doi.org/10.1111/jcal.12347>

UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? 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>

Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. Educational Research Review, 30, Article 100326.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. Theory Into Practice, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

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.