

APKs: Herramientas para el Aprendizaje de Operaciones Aritméticas en Niños de 6 a 12 Años

APKs: Tools for Learning Arithmetic Operations in Children Aged 6 to 12

Autores:

Lázaro Tió Torriente  ORCID

Universidad de Matanzas, Cuba

Niurka Palmarola Gómez  ORCID

Universidad de Matanzas, Cuba

Cómo citar este artículo:

American Psychological Association, 7.^a edición (APA 7):

Tió Torriente, L. y Palmarola Gómez, N. (2025). APKs: Herramientas para el aprendizaje de operaciones aritméticas en niños de 6 a 12 años. *Boletín Científico Fronteras Tecnológicas*, 1(1), 26-53.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):

L. Tió Torriente y N. Palmarola Gómez, “APKs: Herramientas para el aprendizaje de operaciones aritméticas en niños de 6 a 12 años”, *Boletín Científico Fronteras Tecnológicas*, vol. 1, no. 1, 26-53, 2025. [En línea].

RESUMEN

El proceso de enseñanza-aprendizaje de operaciones aritméticas básicas puede transformarse en una experiencia cognitiva estimulante mediante la integración estratégica de mecanismos lúdico-digitales. La evidencia neurodidáctica contemporánea sustenta que la implementación de juegos interactivos, concebidos bajo principios de diseño universal para el aprendizaje, potencia la retención conceptual en un gran porcentaje respecto a métodos tradicionales, particularmente en niños de 6 a 12 años. En este contexto investigativo, se desarrollaron tres aplicaciones móviles para dispositivos *Android*, utilizando *MIT App Inventor* para su creación. Los juegos constituyen una alternativa didáctica que se convierte en un eje fundamental para fortalecer diversas habilidades matemáticas en los niños. El objetivo de este artículo es analizar las potencialidades educativas de tres APKs orientadas al aprendizaje de las operaciones aritméticas básicas en niños de 6 a 12 Años.

Palabras claves: Apk, aprendizaje, juego, matemática, neuroeducación.

ABSTRACT

The teaching-learning process of basic arithmetic operations can be transformed into a cognitively stimulating experience through the strategic integration of playful digital mechanisms. Contemporary neurodidactic evidence supports that the implementation of interactive games, designed according to universal design principles for learning, enhances conceptual retention by a large percentage compared to traditional methods, particularly in children aged 6 to 12. In this research context, three mobile applications for Android devices were developed using MIT App Inventor. Games are an educational alternative that becomes a fundamental tool for strengthening various mathematical skills in children. The objective of this article is to analyze the educational potential of three APKs aimed at teaching basic arithmetic operations to children aged 6 to 12.

Keywords: Apk, learning, game, arithmetic, neuroeducation.

INTRODUCCIÓN

El juego constituye un elemento neuroeducativo fundamental en la vida escolar infantil, pues actúa como un potenciador del desarrollo integral y un mediador clave para facilitar los procesos de aprendizaje. Por esta razón, su implementación constante resulta indispensable tanto en la mediación pedagógica como en las actividades cotidianas, extendiendo su relevancia a diversos contextos y etapas del proceso educativo. Además, el juego proporciona un marco lúdico para la práctica y fortalecimiento de competencias esenciales, como las matemáticas, permitiendo a los niños aplicarlas en situaciones cotidianas.

La aplicación práctica de las competencias matemáticas funcionales está presente en la mayoría de los aspectos de la vida cotidiana, desde realizar compras y gestionar gastos hasta planificar actividades y calcular trayectos. Las habilidades matemáticas son importantes para la toma de decisiones informadas y la resolución eficaz de problemas diarios. La capacidad de sumar, restar, multiplicar, dividir, medir y enfrentar diversas situaciones matemáticas fortalece la autonomía y confianza en la gestión de las tareas habituales, pues genera una vida más organizada, eficiente y funcional.

Cada vez más, las habilidades numéricas tienen especial relevancia en las diferentes etapas del sistema educativo. El razonamiento lógico-matemático constituye una habilidad básica que permite el manejo de números, operaciones, símbolos y formas de representación aplicables a situaciones cotidianas. Su propósito es proporcionar los conocimientos y procesos intelectuales necesarios para interpretar y producir información significativa, así como para afrontar con eficacia los desafíos presentes en la vida diaria y el ámbito laboral (Albarracín et al., 2020). La adquisición de estas competencias depende de la utilización de estrategias metodológicas que promuevan la motivación y el

interés de los niños, integrando elementos lúdicos y actividades participativas que faciliten la comprensión de los conceptos matemáticos.

Las dificultades en la comprensión de las matemáticas se originan en el desconocimiento de los procesos cognitivos, afectivos y socioculturales. Asimismo, se aplican escasamente estrategias metodológicas que favorezcan el interés y la motivación de los niños hacia el aprendizaje de esta disciplina. Los juegos lógico-matemáticos son recursos didácticos que, a lo largo de la historia, se han diseñado para estimular de manera divertida y participativa el desarrollo de las habilidades matemáticas. Esta relevancia se ve reforzada por el reconocimiento del juego como un derecho fundamental para el desarrollo integral del niño.

El derecho al juego está reconocido en la Declaración de los Derechos del niño, adoptados por la Asamblea de la ONU el 30 de noviembre de 1959 (ONU, 1959). Como afirma Guzmán (1989) citado en Salvador (2007):

(...) el juego y la belleza están en el origen de una gran parte de la matemática. Si los matemáticos de todos los tiempos se la han pasado tan bien jugando y han disfrutado tanto contemplando su juego y su ciencia, ¿por qué no tratar de aprender la matemática a través del juego y de la belleza? (p. 10)

Esta perspectiva permite valorar el juego como una estrategia educativa que integra dimensiones cognitivas, afectivas y culturales, reafirmando su papel como una herramienta útil para el desarrollo integral del estudiante. Además, evidencia que las experiencias lúdicas favorecen la comprensión de conceptos matemáticos, estimulan la creatividad, el pensamiento crítico y la disposición positiva hacia el aprendizaje. Frente a las preocupaciones sobre el uso de la tecnología en niños pequeños, estas experiencias establecen un marco para la aplicación adecuada de recursos digitales, promoviendo el aprendizaje matemático y la interacción social en la infancia.

Aunque el uso de la tecnología en niños pequeños genera ciertas inquietudes, investigaciones recientes presentan diversos enfoques sobre el aprendizaje digital de matemáticas. Varios estudios reconocen que su uso intencional y adecuado en el desarrollo infantil favorece el aprendizaje y las interacciones sociales (Aslan et al., 2024). Otros autores, como Twiningsih et al. (2024), destacan la eficacia de los medios de aprendizaje móvil gamificados. Por su parte, Bang & Flynn (2023), en su proyecto *Math Academy*, identifican los desafíos que implica proporcionar instrucción diferenciada a niños con diversas habilidades mediante recursos digitales adaptativos.

En ese contexto de constantes avances tecnológicos, la necesidad de ofrecer instrucción diferenciada adquiere relevancia, pues los recursos digitales adaptativos permiten atender la diversidad de habilidades presentes en los niños. Clements & Sarama (2004) desarrollaron el proyecto *Building Blocks*, financiado por la *National Science Foundation*, con el objetivo de que los niños pequeños construyan una base matemática sólida. Estos autores reconocen que el diseño curricular y de *software* debe contar con una fundamentación teórica y empírica, que supere la comprensión intuitiva del aprendizaje infantil.

La creciente influencia de las tecnologías digitales en la vida contemporánea evidencia cómo estas herramientas redefinen las formas de acceso al conocimiento y abren nuevas posibilidades para la innovación pedagógica. En este sentido, se destaca el uso exponencial de dispositivos móviles, como *smartphones* y *tablets*. Su uso abarca a distintos grupos de edad, integrándose de manera significativa en la vida de niños y adolescentes.

Cada vez resulta más habitual observar a los niños empleando estas tecnologías como medios de entretenimiento y comunicación. Esta situación motivó a los creadores de los juegos a desarrollarlos para dispositivos móviles, incluyendo *smartphones* y *tablets*

con sistema operativo *Android*, cuyo principal propósito ha sido ofrecer experiencias lúdicas que combinen diversión y aprendizaje. De esta manera, los juegos digitales se presentan como herramientas estratégicas para favorecer el desarrollo de competencias cognitivas y habilidades prácticas desde edades tempranas.

El juego constituye una herramienta importante para el desarrollo de la capacidad intelectual, pues mediante él se pueden generar situaciones con valor educativo y cognitivo que permiten experimentar, investigar, resolver problemas, descubrir y reflexionar. Las implicaciones emocionales, el carácter lúdico, la liberación afectiva y la desinhibición actúan como fuentes de motivación, ofreciendo una aproximación al aprendizaje que difiere de los métodos tradicionales (Huamán y Moreto, 2024). Por estas razones, integrar el juego de manera planificada en contextos educativos contribuye al desarrollo integral de los estudiantes.

En correspondencia con la importancia del juego en el desarrollo integral, los trabajos pioneros de Jean Piaget en la década de 1950 revelaron que la repetición estructurada de patrones y la organización espacial operan como gérmenes del razonamiento numérico en la infancia (Centro de Psicoterapia Cognitiva, 2015). Piaget afirmaba que los niños dan sentido a las cosas a través de sus acciones en su entorno, lo que permite asimilar la realidad e integrarla para revivirla, dominarla, comprenderla y transformarla. El juego forma parte de la asimilación de la realidad, pues proporciona un espacio en el que los niños pueden explorar y construir conocimientos de manera activa, integrando sus capacidades cognitivas, emocionales y sociales.

Esta concepción del juego como un proceso de asimilación de la realidad ha dado lugar a investigaciones recientes, donde se demuestra que su potencial se maximiza cuando las actividades se enmarcan en sistemas lúdicos (Velásquez y Quitian, 2024; Lapo et al., 2025). En este enfoque, los niños no «aprenden números», sino que descubren

reglas mediante la experimentación guiada, donde el error se convierte en un acertijo y cada acierto representa un avance hacia la alfabetización matemática crítica.

El aprendizaje activo en sistemas lúdicos se potencia mediante el uso de materiales que los niños puedan manipular, tocar y mover, lo que facilita la comprensión de los procesos de manera multisensorial. Esta interacción concreta permite que la práctica de los cálculos y la resolución de problemas se perciba como una experiencia lúdica, diferente a la rutina escolar tradicional. Al abordar los conceptos matemáticos de manera relajada y participativa, los niños mejoran su comprensión de los números y reducen la ansiedad asociada con los ejercicios aritméticos.

El enfoque multisensorial y lúdico en la práctica matemática guarda relación con la teoría de Vigotsky (2014) sobre la zona de desarrollo próximo. En este contexto, los niños adquieren y consolidan habilidades con la orientación de padres o compañeros más experimentados, para luego aplicarlas de manera autónoma. Según Vigotsky (2014), los juegos permiten la adquisición de habilidades abstractas fundamentales para la comprensión matemática. Los niños progresan en su aprendizaje mediante la interacción social, incorporando nuevas competencias y consolidando las ya adquiridas, lo que refuerza su desarrollo cognitivo y habilidades sociales.

El aprendizaje de las operaciones aritméticas básicas puede potenciarse mediante actividades constructivas y lúdicas, donde la interacción con padres, compañeros y herramientas de juego constituye un elemento motivador y significativo. Los niños presentan gran capacidad para aprender a través del juego, modificando conductas y adoptando actitudes mediante experiencias dinámicas que integran la diversión con la adquisición de conocimiento matemático.

Estas premisas sustentaron el diseño e implementación de aplicaciones informáticas que incorporan actividades lúdicas, como la resolución de acertijos con

efectos visuales y la obtención de recompensas interactivas, estableciendo un puente entre la creatividad y enseñanza rigurosa de conceptos numéricos. De este modo, se demuestra que es posible ofrecer estrategias educativas que integren motivación, participación activa y desarrollo de competencias cognitivas, favoreciendo un aprendizaje significativo de los cálculos matemáticos.

El objetivo del presente estudio es desarrollar tres aplicaciones *Android* para *smartphones* y *tablets* centradas en juegos matemáticos interactivos, destinadas a que los niños de 6 a 12 años interioricen las operaciones aritméticas básicas como herramientas activas, dominadas a través de la curiosidad y recompensa lúdica. Se busca aportar un recurso educativo innovador que integre el aprendizaje significativo con la motivación y el disfrute propios de la experiencia lúdica, fortaleciendo el desarrollo integral del estudiante.

METODOLOGÍA

Las aplicaciones fueron desarrolladas mediante *MIT App Inventor*, una plataforma educativa de desarrollo *low-code* que permite crear herramientas pedagógicas interactivas, juegos didácticos y sistemas básicos para *IoT*. Diseñadas para dispositivos *Android*, estas aplicaciones ofrecen compatibilidad con español y portugués, priorizando un diseño ergonómico centrado en la usabilidad infantil: interfaces minimalistas con paletas de colores armónicas, iconografía de alto contraste y asistencia de voz integrada.

Cada aplicación integra niveles progresivos adaptativos ajustables según la edad o el ritmo de aprendizaje, así como desafíos cronometrados diseñados para estimular la agilidad numérica. Además, incorpora un entorno gamificado con recompensas virtuales coleccionables de fauna silvestre, que fortalecen la motivación intrínseca y la autoeficacia matemática.

Se definió como propósito transformar las operaciones básicas —suma, resta, multiplicación y división— en desafíos atractivos para niños de 6 a 12 años, mediante el diseño de una experiencia que integra fundamentos pedagógicos con dinámicas lúdicas. Para ello, se empleó la App Inventor, como se había descrito anteriormente, a partir de la cual se configuró una interfaz intuitiva con botones de gran tamaño, etiquetas que presentan problemas como “ $7 + 3$ ” y un lienzo donde un personaje celebra cada respuesta correcta, reforzando así la motivación y participación activa del niño.

En la trastienda de los bloques de programación se estructuró la lógica que sostiene la dinámica de cada juego: números aleatorios que generan preguntas infinitas, respuestas que al ser correctas despliegan animales fugaces en la pantalla y sonidos de triunfo que refuerzan cada logro. Esta combinación de elementos dinamiza la experiencia, fortalece la motivación, incrementa la atención sostenida y consolida el aprendizaje mediante refuerzos inmediatos y significativos.

Para las pruebas de usabilidad se reclutó una muestra intencional de 23 niños, comprendida por dos subgrupos culturales: 13 de nacionalidad angolana (con edades de ocho, diez y doce años) y 10 de nacionalidad cubana (de seis y ocho años), todos con consentimiento parental informado. Este tamaño muestral se considera adecuado para estudios de usabilidad formativa, dado que la saturación en la detección de problemas de diseño prioritarios suele alcanzarse alrededor de 20 participantes (Nielsen, 2000). La inclusión de dos contextos culturales permitió evaluar la adaptabilidad transcultural de la interfaz.

Las pruebas se desarrollaron en un entorno informal y lúdico, diseñado específicamente para que los participantes se sintieran en confianza y no percibieran la actividad como una evaluación. Las condiciones metodológicas se caracterizaron por: (a) un ambiente familiar y libre de distracciones, (b) instrucciones simplificadas

acompañadas de demostraciones prácticas, y (c) un tiempo de interacción limitado según la edad y atención de cada niño.

Un facilitador realizó consultas de forma directa y conversacional durante la interacción, mientras se registraban indicadores conductuales clave (risas, gestos de concentración, manifestaciones de motivación). La recolección de datos se realizó mediante observación directa estructurada y preguntas abiertas adaptadas al nivel cognitivo de los niños.

El principal instrumento fue un protocolo de observación estructurada que registraba las interacciones con la interfaz y las reacciones emocionales. Complementariamente, se utilizó un guión de preguntas abiertas para explorar la comprensión de la navegación, la claridad de las instrucciones y el atractivo de los elementos lúdicos, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Guión de preguntas abiertas para la evaluación de usabilidad y experiencia lúdica

| Categoría | Pregunta abierta |
|---|---|
| Interfaz y usabilidad básica | ¿Entiendes cómo ingresar tus respuestas? |
| Atractivo y motivación | ¿Te divierten los efectos de sonido? |
| Claridad del sistema de retroalimentación | ¿Te parece claro el sistema de recompensas? |
| Autonomía y adaptabilidad | ¿Pueden cambiar el nivel de complejidad con facilidad? ¿Entiendes cómo ingresar respuestas? ¿Les divierten los efectos de sonido? ¿Es claro el sistema de recompensas? ¿Puedes cambiar el nivel de complejidad con facilidad? |

Nota. Las preguntas de la tabla fueron elaboradas para evaluar cualitativamente la usabilidad, claridad y motivación percibida por los usuarios durante la interacción con las aplicaciones. Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, se corrigieron errores y se verificó la precisión de las operaciones matemáticas, evitando divisiones con decimales y seleccionando imágenes familiares

para los niños. Estas acciones garantizaron que las aplicaciones fueran claras, accesibles y adecuadas desde el punto de vista pedagógico, asegurando la validez y confiabilidad del diseño implementado.

La metodología aplicada combinó el desarrollo técnico de las aplicaciones con la evaluación formativa centrada en la experiencia del usuario infantil, asegurando que cada componente fuera validado en contextos reales de interacción. La integración de procedimientos de observación estructurada, guías de preguntas abiertas, así como un entorno lúdico y seguro permitió obtener información confiable sobre la usabilidad, comprensión y atractivo de las aplicaciones, garantizando que los resultados reflejaran tanto la eficacia pedagógica como la adecuación cultural y cognitiva de las herramientas diseñadas.

RESULTADOS

Las pruebas de usabilidad confirmaron que las aplicaciones lograron equilibrar desafío y diversión en la audiencia infantil. Los niños demostraron autonomía para navegar entre niveles, resolver operaciones bajo presión de tiempo y personalizar sus recompensas (colección de fauna), reforzando la teoría de Velásquez y Quitian (2024) sobre la motivación intrínseca mediante los estímulos multisensoriales. Un 85% de los participantes solicitó seguir usando los juegos tras la prueba, lo que destacó su potencial como herramienta de aprendizaje sostenible.

Uno de los ejemplos representativos del equilibrio entre reto, motivación y autonomía es el juego *Cálculo Mental*, el cual transforma la operación aritmética suma en desafíos cronometrados con recompensas progresivas. Su pantalla inicial presenta cuatro módulos funcionales que organizan de manera intuitiva las opciones de navegación y constituyen el punto de partida para la interacción del usuario. Véase: Figura 1.

Figura 1

Pantalla inicial del juego Cálculo Mental



Nota. La figura muestra la distribución de los cuatro módulos funcionales que estructuran la navegación y permiten iniciar las distintas dinámicas del juego. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la organización funcional presentada en la pantalla inicial, resulta pertinente describir los componentes que posibilitan la personalización y el control de la experiencia interactiva. La aplicación incorpora cuatro módulos que permiten ajustar parámetros clave del desafío matemático, garantizando que cada niño acceda a un nivel de complejidad adecuado a su ritmo y estilo de aprendizaje.

1. **Configuração (Configuración):** permite al usuario personalizar los parámetros numéricos que determinarán la dificultad de las operaciones presentadas durante el juego. A través de esta sección, el niño —o el facilitador— puede seleccionar el rango de números con el cual desea trabajar, ajustándolo a su nivel de dominio aritmético. Esta posibilidad de configuración favorece la progresión gradual del aprendizaje, pues permite que los ejercicios aumenten en dificultad mientras el

usuario desarrolla mayor agilidad mental. De este modo, la aplicación garantiza una experiencia adaptativa que responde a las necesidades individuales y los aprendizajes pedagógicos planteados.

2. ***Ir ao Jogo (Ir al Juego)***: botón de acción primaria que inicia la experiencia interactiva, donde el usuario define el tiempo límite para resolver operaciones matemáticas (rango: 30-180 segundos), activando posteriormente el inicio de la actividad mediante el botón principal (Comenzar). La interfaz gamificada presenta las siguientes fases dinámicas:

- **Ejecución del desafío**

- Un sistema aleatorio genera operaciones aritméticas sumas, adaptadas al nivel preconfigurado.
- El niño introduce el resultado en un campo de entrada numérico con validación automática (correcto / incorrecto), recibiendo feedback auditivo ante cada acierto o desacierto.
- Las operaciones avanzan secuencialmente sin pausas hasta agotar el tiempo establecido.

- **Resultados en tiempo real**

- Una alerta muestra métricas cuantitativas actualizadas:

● **Correctas**: Número de respuestas válidas.

● **Incorrectas**: Intentos fallidos.

El módulo *Ir ao Jogo (Ir al Juego)* culmina presentando al usuario un balance inmediato de su desempeño, lo que permite consolidar el proceso de retroalimentación inherente a la dinámica gamificada. La combinación de desafíos generados

aleatoriamente, validación automática de respuestas y métricas visibles en tiempo real favorece un aprendizaje activo, sostenido y autorregulable.

3. Ajuda (Ayuda): proporciona un tutorial completo que explica las reglas y dinámicas del juego, orientando al usuario sobre cómo interactuar con la interfaz y resolver los desafíos aritméticos. Incluye indicaciones paso a paso, ejemplos ilustrativos y recomendaciones sobre el uso de los botones y campos de entrada, garantizando que los niños comprendan plenamente las funcionalidades antes de iniciar la actividad. Esta sección busca promover la autonomía y confianza del usuario infantil, facilitando un aprendizaje guiado que reduce la frustración y optimiza la experiencia lúdica desde los primeros intentos.

4. Saida (Salida): permite al usuario cerrar de manera segura y ordenada la aplicación, asegurando que cualquier progreso registrado durante la sesión se guarde correctamente. Este módulo proporciona indicaciones para finalizar la experiencia de manera controlada, evitando pérdidas de datos o reinicios accidentales.

Los cuatro módulos del juego *Cálculo Mental* conforman una experiencia interactiva que equilibra desafío, motivación y autonomía. La combinación de personalización de parámetros, ejecución dinámica de operaciones aritméticas, tutoriales orientativos y un cierre seguro de la aplicación garantiza que los niños puedan aprender de manera progresiva, activa y autorregulada, fortaleciendo tanto sus habilidades matemáticas como su confianza y participación en el entorno lúdico. Este diseño integral evidencia cómo la integración de estrategias pedagógicas con dinámicas de juego puede optimizar la enseñanza de las operaciones básicas, ofreciendo una experiencia educativa atractiva y sostenible.

El juego *Escondite Matemático* ha sido diseñado como una plataforma interactiva que combina aprendizaje y diversión, enfocada en fortalecer las competencias en suma, resta, multiplicación y división. Su estructura modular permite organizar las actividades de manera intuitiva y progresiva, ofreciendo a los usuarios un entorno gamificado que integra desafíos, recompensas y elementos temáticos inspirados en la fauna angoleña. La pantalla principal presenta los módulos funcionales que facilitan la navegación y constituyen el punto de partida para la exploración de las diferentes dinámicas de aprendizaje. Véase: Figura 2.

Figura 2

Pantalla principal del juego Escondite Matemático



Nota. La figura muestra la disposición de los módulos que organizan las actividades del juego. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen los módulos que conforman la interfaz del juego *Escondite Matemático*, los cuales organizan de manera clara y coherente las distintas actividades aritméticas y funcionalidades disponibles. Cada módulo está diseñado para guiar al usuario en la interacción progresiva con los desafíos, fomentando la práctica

sistemática, la motivación sostenida y el desarrollo de habilidades matemáticas de forma lúdica y significativa.

1. **Configuração (Configuración):** permite al usuario establecer los rangos numéricos con los cuales se desarrollarán las operaciones aritméticas durante el juego, siguiendo la lógica de personalización heredada del juego Cálculo Mental. La funcionalidad facilita la adaptación del nivel de dificultad a las capacidades individuales del niño, permitiendo un aprendizaje progresivo y ajustado a su ritmo.
2. **Soma (Suma):** este módulo está diseñado para que los niños resuelvan ecuaciones de suma mediante la combinación de la resolución de operaciones matemáticas con un contexto visual y temático. El refuerzo pedagógico integrado permite que los niños relacionen los cálculos con elementos del entorno ecológico, favoreciendo la comprensión contextualizada y el aprendizaje significativo mientras desarrollan habilidades de observación, concentración y razonamiento numérico.
3. **Subtracção (Sustracción):** invita a los niños a resolver operaciones de sustracción con el objetivo de identificar a los personajes que portan resultados correctos en sus camisetas. La inclusión de personajes antropomórficos añade un componente de innovación en la experiencia de usuario, lo cual facilita la conexión empática y aumenta la motivación para participar activamente en la actividad. La combinación del aprendizaje matemático con interacciones lúdicas y visuales, permite la comprensión de las operaciones, la atención sostenida y el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas de manera integrada.
4. **Multiplificação (Multiplicación):** propone a los niños resolver operaciones de multiplicación mediante la selección de estantes numéricos, generando un

refuerzo visual y lúdico que mantiene la atención del usuario. Su diseño adaptativo permite que la cantidad de opciones se ajusten según el nivel de dificultad previamente configurado, lo cual garantiza una progresión gradual del aprendizaje.

5. **Divisão (División):** este módulo permite a los niños resolver operaciones de división con retroalimentación inmediata mediante sonidos ambientales de selva cuando la respuesta es correcta. La variabilidad de escenarios mantiene el interés y evita la monotonía, promoviendo un aprendizaje activo y motivador. Un panel flotante muestra métricas en tiempo real de aciertos y errores, lo que refuerza la autorregulación, atención sostenida y comprensión progresiva de las operaciones aritméticas.
6. **Saída (Salida):** permite al usuario finalizar la experiencia de manera segura y ordenada, asegurando que cualquier progreso registrado durante la sesión se conserve correctamente. Además, proporciona indicaciones claras para cerrar la aplicación, previene cierres accidentales o pérdida de datos y garantiza una transición controlada que mantiene la integridad de la experiencia lúdica y educativa.

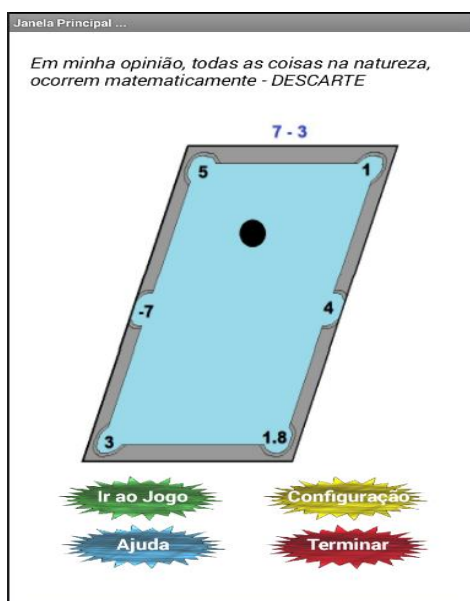
Los módulos del juego *Escondite Matemático* configuran una experiencia interactiva integral que combina la práctica sistemática de las operaciones aritméticas con elementos lúdicos, visuales y contextuales. Cada componente contribuye al desarrollo progresivo de habilidades matemáticas, fomenta la motivación intrínseca y permite al usuario avanzar de manera estructurada, promoviendo un aprendizaje significativo, autónomo y entretenido dentro de un entorno seguro y adaptativo.

Por último, el juego *Billar Matemático* se presenta como un simulador didáctico que combina la práctica de operaciones aritméticas básicas con el desarrollo de

habilidades físico-motoras mediante interacción giroscópica. La arquitectura del sistema, mostrada en la Figura 3, organiza de manera clara los módulos interactivos, ofreciendo al usuario desafíos progresivos que integran cálculo, orientación espacial y respuesta motora dentro de un entorno lúdico y motivador.

Figura 3

Pantalla principal del juego Billar Matemático



Nota. La figura muestra la disposición de los elementos interactivos del juego que permiten personalizar la experiencia lúdico-matemática. Fuente: Elaboración propia.

Los módulos del juego *Billar Matemático* han sido diseñados para estructurar la experiencia de manera clara y progresiva, integrando elementos de aprendizaje aritmético y habilidades físico-motoras. Cada módulo organiza funcionalidades específicas, permitiendo al usuario interactuar con la dinámica del juego, personalizar parámetros y recibir retroalimentación multimodal que refuerza la comprensión matemática y coordinación motriz.

1. *Ir ao Jogo* (Ir al Juego)

Este módulo constituye el núcleo interactivo del juego, integrando la resolución de operaciones aritméticas con la simulación cinemática del billar. La experiencia se

desarrolla en un entorno parametrizado, consistente en una mesa de billar con seis agujeros numerados, cuya geometría se ajusta según el nivel de dificultad configurado.

El módulo incorpora un sistema de retroalimentación multimodal que refuerza la interacción y el aprendizaje. Visualmente, se muestran animaciones de la trayectoria parabólica y la representación simplificada de las ecuaciones cinemáticas; se percibe vibración al impactar las bandas laterales; y auditivamente, se reproducen sonidos al acertar o chillidos al fallar, manteniendo la continuidad lúdica con los estímulos presentes en el juego *Escondite Matemático*. Esta combinación de elementos potencia la atención, motivación y comprensión práctica de las operaciones aritméticas en un contexto interactivo y gamificado.

2. Configuração (Configuración): Panel avanzado

Este módulo permite al usuario ajustar los parámetros clave que determinan la complejidad y dinámica de la experiencia interactiva. Los parámetros personalizables incluyen la selección de operaciones aritméticas (suma, resta, multiplicación y división), el rango numérico de los cálculos —clasificado en bajo, medio y alto según la dificultad— y la velocidad de la bola, que influye en el coeficiente de fricción virtual durante el juego. Estas configuraciones proporcionan un control preciso sobre la experiencia de aprendizaje, adaptando los desafíos a las capacidades individuales del niño y facilitando la progresión gradual de las habilidades aritméticas en un entorno gamificado.

Tabla 2

Parámetros personalizables del módulo Configuração y su efecto en la dinámica del juego

| Variable | Rango | Efecto en gameplay |
|-----------------------------|---|--|
| Operaciones | $+, -, \times, \div$ | Determina ecuaciones generadas |
| Números | 1-50 (bajo), 1-100 (medio), >200 (alto) | Complejidad aritmética |
| Velocidad de la bola | $0.5x-2x$ | Afecta coeficiente de fricción virtual |

Nota. La tabla detalla los parámetros que el usuario puede ajustar para personalizar la experiencia del juego *Billar Matemático*. Fuente: Elaboración propia.

3. Ayuda (Ayuda): proporciona un tutorial completo que orienta al usuario sobre el funcionamiento del juego, detallando cada elemento de la interfaz y las acciones necesarias para participar en los desafíos aritméticos. Incluye instrucciones claras sobre cómo seleccionar las operaciones, manipular el dispositivo mediante el giroscopio para dirigir la bola hacia el resultado correcto y comprender el sistema de retroalimentación multimodal.

4. Terminar: permite al usuario finalizar la experiencia de manera segura y controlada para garantizar que cualquier progreso registrado durante la sesión se conserve correctamente. Ofrece indicaciones claras para cerrar la aplicación, evitando cierres accidentales o pérdida de datos, y asegura una transición ordenada que preserva la integridad de la experiencia lúdica y educativa.

Los tres juegos constituyen un entorno educativo interactivo que integra desafío, motivación y autonomía para favorecer el desarrollo de habilidades aritméticas. La combinación de personalización de parámetros, retroalimentación inmediata, estructura modular y elementos lúdicos contextuales permitió experiencias de aprendizaje significativas, sostenibles y autorreguladas. Estos resultados confirman que la integración

de estrategias pedagógicas con dinámicas de juego constituye un enfoque efectivo y motivador para potenciar el aprendizaje matemático en la infancia.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que las aplicaciones lúdico-digitales desarrolladas fortalecen el aprendizaje de las operaciones aritméticas básicas en niños de edad escolar. Este hallazgo se relaciona con los planteamientos de Rhenals-Ramos (2022), quien reconoce el juego digital como un medio neuroeducativo capaz de activar procesos cognitivos de alto nivel mediante tareas que estimulan la atención, la memoria operativa y la toma de decisiones. En el caso de las aplicaciones analizadas, los escenarios inmersivos, la interacción multisensorial y la autonomía progresiva ofrecida al estudiante se configuran como elementos que favorecen una mayor implicación en la actividad matemática y consolidan una actitud positiva hacia los desafíos numéricos.

La evidencia recopilada se relaciona con estudios que destacan la capacidad de la gamificación para reducir barreras afectivas vinculadas a la ansiedad matemática. Velásquez y Quitian (2024) explican que los entornos digitales adaptativos y accesibles incrementan la confianza del niño frente a la resolución de problemas y permiten que el error funcione como un mecanismo de retroalimentación constructiva. Las aplicaciones evaluadas coinciden con este enfoque, ya que incorporan sistemas de retroalimentación inmediata, niveles escalonados de dificultad y estímulos visuales o auditivos que refuerzan las respuestas correctas. Estos elementos contribuyen a un entorno emocionalmente seguro y estimulan el aprendizaje basado en la experimentación.

Los hallazgos de la investigación abren nuevas perspectivas sobre el papel de los dispositivos móviles como instrumentos para el entrenamiento de habilidades motrices finas y coordinación viso-espacial, aspectos tradicionalmente relegados en el estudio del aprendizaje matemático. El simulador tipo “billar matemático”, por ejemplo, introduce

un componente cinemático que exige el control preciso del ángulo y la velocidad del dispositivo para seleccionar el resultado adecuado. Esta integración de habilidades físico-motoras con procesos de cálculo mental respalda enfoques pedagógicos que conciben el aprendizaje como una experiencia multisistémica, en la cual intervienen simultáneamente la cognición, la percepción y el movimiento (Zamora, 2025; Begnini, 2024).

Los planteamientos de Zamora (2025) y Begnini (2024) ofrecen un marco interpretativo que refuerza la naturaleza inclusiva y multisistémica de las aplicaciones desarrolladas. Desde la perspectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), Zamora (2025) destaca la importancia de proporcionar múltiples formas de representación, acción y participación, principios que se reflejan en la capacidad de los juegos para ajustar niveles de dificultad, diversificar las vías de interacción y ofrecer retroalimentación multimodal accesible. Begnini (2024) demuestra que la estimulación multisensorial favorece la comprensión de conceptos abstractos mediante la integración simultánea de canales perceptivos, lo cual se evidencia en la combinación de estímulos visuales, auditivos y motores incorporados en los juegos evaluados. Estos enfoques teóricos consolidan la idea de que el aprendizaje matemático se potencia cuando la experiencia digital trasciende la mera resolución de operaciones y se configura como un entorno inclusivo, perceptivamente rico y cognitivamente integrado.

A pesar de sus ventajas, es importante reconocer las limitaciones de este enfoque. En primer lugar, la plataforma *MIT App Inventor*, aunque accesible y adecuada para prototipado rápido, impone restricciones técnicas que pueden afectar la escalabilidad y sofisticación de las aplicaciones. Por ejemplo, no permite el desarrollo de gráficos 3D complejos ni la integración nativa de inteligencia artificial, lo que limitaría futuras mejoras orientadas a personalización adaptativa o entornos inmersivos. Además, el estudio se basó en una muestra reducida y no aleatoria de 23 niños, por lo que los

resultados de usabilidad, aunque alentadores, no son generalizables sin validación en contextos más amplios y diversos. La dependencia de dispositivos *Android* y la necesidad de supervisión adulta para garantizar un uso equilibrado y seguro representan desafíos prácticos para su implementación masiva en entornos escolares o familiares.

La implementación de estas *APKs* en contextos educativos formales e informales presenta implicaciones significativas. En primer lugar, democratiza el acceso a recursos pedagógicos modernos, especialmente en entornos con limitaciones tecnológicas o económicas, pues aprovecha herramientas de desarrollo *low-code* y gratuitas como *MIT App Inventor*. Además, transforma la enseñanza de las matemáticas de un proceso abstracto y estático en una experiencia interactiva y motivadora, donde el error se convierte en parte del aprendizaje y no en un factor de frustración. Esto facilita la adquisición de competencias aritméticas básicas, y fomenta habilidades transversales como la resolución de problemas, la toma de decisiones y la perseverancia.

CONCLUSIONES

El desarrollo y evaluación de las tres aplicaciones móviles confirman que la integración estratégica de mecanismos lúdico-digitales constituye una herramienta pedagógica eficaz y motivadora para el aprendizaje de las operaciones aritméticas básicas en niños de 6 a 12 años. En primer lugar, los resultados demuestran que estas herramientas transforman el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues convierten la práctica matemática en una experiencia interactiva, desafiante y gratificante.

El diseño basado en principios de neuroeducación y diseño universal para el aprendizaje con interfaces intuitivas, retroalimentación multisensorial y sistemas de recompensas gamificadas, promovió una actitud positiva hacia las matemáticas, reduciendo la ansiedad asociada a su aprendizaje. El 85% mostró interés en continuar

usando las aplicaciones, lo cual denota una alta aceptación por parte de los participantes que refuerza el potencial de estas *APKs* como recursos educativos sostenibles y atractivos.

En segundo lugar, el uso de *MIT App Inventor* como plataforma de desarrollo *Low-Code* evidenció ser una alternativa viable y accesible para crear recursos educativos en contextos con infraestructura tecnológica limitada o políticas de soberanía digital. Esto permite que docentes, investigadores y estudiantes puedan prototipar, adaptar y localizar herramientas similares sin incurrir en costos elevados o depender de software comercial, alineándose con estrategias educativas inclusivas y contextualizadas. La implementación de estas aplicaciones en entornos escolares y familiares puede servir como puente entre el currículo formal y el aprendizaje significativo, fomentando la autonomía, la curiosidad y la competencia matemática desde edades tempranas.

Las *APKs* desarrolladas constituyen una propuesta pedagógica innovadora que posiciona al juego digital como un eje estratégico para el desarrollo de habilidades matemáticas, cognitivas y motivacionales en la infancia. Se recomienda ampliar futuras investigaciones con muestras más grandes en otros contextos socioculturales y explorar la integración de funcionalidades avanzadas, como sistemas de adaptabilidad basados en inteligencia artificial o entornos tridimensionales inmersivos, que podrían fortalecer aún más el impacto formativo de estas herramientas.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa un especial agradecimiento al Quintal de Antunes Angola por la disposición de sus instalaciones durante el período de aislamiento por COVID-19, lo que permitió efectuar las pruebas de las aplicaciones (*APKs*) en un entorno seguro y controlado. Se reconoce la valiosa participación de las familias angolanas y cubanas, así como el compromiso de los facilitadores responsables de implementar el protocolo de evaluación con los niños en ambos contextos culturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín, C.Z., Hernández, C.A. y Rojas, J.P. (2020). Objeto virtual de aprendizaje para desarrollar las habilidades numéricas: una experiencia con estudiantes de educación básica. *Revista Panorama*, 14(1), 111-133.
<https://doi.org/10.15765/pnrm.v14i26.1486>
- Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU). (20 de noviembre de 1959). *Declaración de los Derechos del niño, adoptados por la Asamblea de la ONU el 30 de noviembre de 1959*.
https://www.observatoriodelainfancia.es/ficherosoia/documentos/33_d_declaracionderechosnino.pdf
- Aslan, S., Durham, L.M., Alyuz, N., Chierichetti, R., Denman, P.A., Okur, E., Gonzalez, D.I., Zamora, J.C., Cordourier, H.A., Sharma, S., Raffa, G., Mayer, R.E. & Nachman, L. (2023). What is the impact of a multi-modal pedagogical conversational AI system on parents' concerns about technology use by young children? *British Journal of Educational Technology*, 55(4), 1-26.
<https://doi.org/10.1111/bjet.13399>
- Bang, H.J., Li, L., & Flynn, K. (2023). Efficacy of an adaptive game-based math learning app to support personalized learning and improve early elementary school students' learning. *Early Childhood Education Journal*, 51, 717-732.
<https://doi.org/10.1007/s10643-022-01332-3>
- Begnini, L.F. (2024). Impacto del aprendizaje multisensorial en la comprensión de conceptos abstractos. *Ethos Scientific Journal*, 2(1), 59-66.
<https://doi.org/10.63380/esj.v2n1.2024.50>
- Centro de Psicoterapia Cognitiva. (2015). Teoría del desarrollo cognitivo de Piaget. México: Centro de Psicoterapia Cognitiva. Archivo Digital. <https://www.terapia->

cognitiva.mx/wp-content/uploads/2015/11/Teoria-Del-Desarrollo-Cognitivo-de-Piaget.pdf

Clements, D.H., & Sarama, J. (2004). Learning Trajectories in Mathematics Education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 81–89.
https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_1

Huamán, M.Y., y Moreto, M.C. (2024). *Actividades Lúdicas para fortalecer las Habilidades Sociomotrices en niños de 5 años, Institución Educativa Inicial N° 16465, La Mora Grande, 2022* [Tesis para optar por el Título de Licenciatura en Educación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Archivo Digital.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13092?show=full>

Lapo, J., Arteaga, J., Lanche, M., y Suárez, M. (2025). El Poder del Juego en el Aprendizaje Infantil: Actividades Lúdicas que Potencian el Desarrollo Cognitivo y Social. *Reincisol*, 4(7), 1007-1030.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)1007-1030](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)1007-1030)

Nielsen, J. (2000). Why You Only Need to Test with 5 Users.
<https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>

Rhenals-Ramos, J.C. (2022). El juego como elemento neuroeducativo. Un análisis desde la reflexión y el desarrollo de habilidades. *Lúdica pedagógica*, 1(35), 54-60.
<https://doi.org/10.17227/ludica.num35-14551>

Salvador, A. (2007). *El juego como recurso didáctico en el aula de Matemáticas*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
<https://www2.caminos.upm.es/departamentos/matematicas/grupomaic/conferencias/12.juego.pdf>

Twiningsih, A., Gunarhadi, G., & Musadad, A. (2024). Empowering Gamification-Based Mobile Learning Media to Improve Mathematics Learning Outcomes for

Dyscalculia Students. *Journal of Education, Teaching and Learning*, 9(1), 66-73.

<https://www.learntechlib.org/p/224757/>

Velásquez, A.S. y Quitian, J.L. (2024). *Informe de pasantía matemática para el futuro*

[Tesis de licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas,

Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. RIUD: repositorio U. Distrital.

https://redcol.minciencias.gov.co/Record/UDISTRITA2_ac54ede1dc5e90640a957c2c8c4e19e4

Vigotsky, L.S. (2014). *Pensamiento y lenguaje* (3ª ed.). Editorial Pueblo y Educación.

https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=CGM0EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Lev+Vygotsky+Pensamiento+y+lenguaje&ots=Hca6o_FF1a&sig=Tw40V92ICQU7tGZ4bl9lDxQZcV8

Zamora, M.G. (2025). El impacto del aprendizaje multisensorial en el desarrollo del

lenguaje en la educación inicial. *Revista Científica Internacional Arandu UTIC*,

12(2), 191-209. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.900>