

Efecto de una aplicación móvil interactiva en el aprendizaje del Teorema de Pitágoras en estudiantes de décimo año de Educación Básica.

The Effect of an Interactive Mobile App on the Learning of the Pythagorean Theorem Among 10th-Grade Students in Basic Education.

Zambrano-Lazo, Jonathan Alexander¹; Zambrano-Lazo, Josué Ismael²; Maliza-Muñoz, Washington Fernando³; Avello-Martínez, Raidell⁴.

¹ Universidad Bolivariana del Ecuador; Ecuador, Durán; <https://orcid.org/0009-0009-5897-7571>; Jz6646051@gmail.com

² Universidad Bolivariana del Ecuador; Ecuador, Durán; <https://orcid.org/0009-0001-7614-3716>; Zambranojosue045@gmail.com

³ Universidad Bolivariana del Ecuador; Ecuador, Durán; <https://orcid.org/0000-0003-0970-3450>; wfmalizam@ube.edu.ec.

⁴ Universidad de la Coruña, España; España, Coruña; <https://orcid.org/0000-0001-7200-632X>; raidell.avello@udc.es

¹ Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/isi/v4/n3/350>

Cita: Zambrano-Lazo, J. A., Zambrano-Lazo, J. I., Maliza-Muñoz, W. F., & Avello-Martínez, R. (2026). Efecto de una aplicación móvil interactiva en el aprendizaje del Teorema de Pitágoras en estudiantes de décimo año de Educación Básica. *Innova Science Journal*, 4(3), 336-351. <https://doi.org/10.63618/omd/isi/v4/n3/350>

Recibido: 19/01/2026

Aceptado: 16/07/2026

Publicado: 31/07/2026



Copyright: © 2026 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación móvil interactiva PythaPlay en el aprendizaje del Teorema de Pitágoras en estudiantes de décimo año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal “Ramón Estupiñán”, en Esmeraldas, Ecuador. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental de grupo control y grupo experimental. Participaron 60 estudiantes, distribuidos en dos grupos de 30. El grupo control recibió enseñanza convencional, mientras que el grupo experimental utilizó PythaPlay, una aplicación que integra contenidos teóricos, actividades interactivas, retroalimentación inmediata y elementos de gamificación. Los resultados de la evaluación final mostraron un desempeño superior del grupo PythaPlay ($M = 8,40$; $DE = 1,50$) respecto al grupo control ($M = 6,70$; $DE = 1,95$), con una diferencia media de 1,70 puntos, estadísticamente significativa, t de Welch(54,41) = 3,79, $p < ,001$, $IC95\%$ [0,80, 2,60], g de Hedges = 0,96. Los hallazgos sugieren que PythaPlay puede favorecer el aprendizaje del Teorema de Pitágoras, especialmente en tareas de aplicación y resolución de problemas. Se concluye que la integración de aplicaciones móviles interactivas con diseño pedagógico explícito constituye una alternativa prometedora para apoyar la enseñanza de la geometría, aunque se requieren estudios con mayor control metodológico y análisis longitudinales para confirmar su impacto.

Palabras clave: Teorema de Pitágoras; Aplicación móvil; Aprendizaje interactivo; Gamificación; Educación Básica.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of the interactive mobile app PythaPlay on the learning of the Pythagorean Theorem among 10th-grade students at the “Ramón Estupiñán” Public School in Esmeraldas, Ecuador. A quantitative approach was used with a quasi-experimental design involving a control group and an experimental group. Sixty students participated, divided into two groups of 30. The control group received conventional instruction, while the experimental group used PythaPlay, an app that integrates theoretical content, interactive activities, immediate feedback, and gamification elements. The results of the final assessment showed superior performance by the PythaPlay group ($M = 8.40$; $SD = 1.50$) compared to the control group ($M = 6.70$; $SD = 1.95$), with a statistically significant mean difference of 1.70 points, Welch’s t (54.41) = 3.79, $p < 0.001$, 95% CI [0.80, 2.60], Hedges’ $g = 0.96$. The findings suggest that PythaPlay may facilitate learning the Pythagorean Theorem, especially in application and problem-solving tasks. It is concluded that the integration of interactive mobile applications with explicit pedagogical design constitutes a promising alternative for supporting the teaching of geometry, although studies with greater methodological control and longitudinal analyses are needed to confirm its impact.

Keywords: Pythagorean Theorem; Mobile App; Interactive Learning; Gamification; Elementary Education.

1. Introducción

El aprendizaje de las matemáticas constituye uno de los desafíos persistentes de la Educación Básica, ya que exige el desarrollo progresivo de habilidades de abstracción, razonamiento lógico, representación simbólica y resolución de problemas. Estas dificultades se hacen más evidentes en la geometría, donde los estudiantes no solo deben memorizar fórmulas, sino comprender relaciones espaciales, interpretar representaciones gráficas y aplicar los conocimientos en situaciones contextualizadas. Dentro de este campo, el Teorema de Pitágoras representa un contenido fundamental por su importancia conceptual y procedimental, al constituir la base para el estudio de temas como la medición, la semejanza, la trigonometría y la resolución de problemas en diversos contextos.

No obstante, en la práctica escolar, este contenido suele enseñarse mediante estrategias centradas en la explicación del docente, la memorización de la expresión $a^2 + b^2 = c^2$ y la resolución repetitiva de ejercicios. Aunque estas prácticas favorecen la automatización de procedimientos, con frecuencia limitan la comprensión conceptual y la capacidad de transferir el conocimiento a nuevas situaciones (Cheung & Slavin, 2013; Hillmayr et al., 2020). Esta situación evidencia la necesidad de incorporar estrategias didácticas que promuevan una participación más activa del estudiante y favorezcan la construcción significativa del conocimiento matemático.

En este contexto, las tecnologías digitales ofrecen nuevas oportunidades para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre ellas, las aplicaciones móviles destacan por su accesibilidad, flexibilidad y capacidad para integrar contenidos multimedia, actividades interactivas, retroalimentación inmediata y seguimiento del progreso del estudiante. Diversos estudios han mostrado que el aprendizaje móvil puede contribuir positivamente al rendimiento en matemáticas cuando su implementación responde a un propósito pedagógico claramente definido. En un metaanálisis, Güler et al. (2022) encontraron un efecto positivo del aprendizaje móvil sobre el rendimiento matemático, mientras que Tang et al. (2023) señalaron que, aunque existe un creciente número de investigaciones en este campo, aún persisten diferencias metodológicas que dificultan la comparación de resultados y evidencian la necesidad de estudios contextualizados.

Sin embargo, la incorporación de tecnología no garantiza por sí sola mejores aprendizajes. Su efectividad depende de la articulación entre los recursos tecnológicos, las estrategias pedagógicas y los contenidos disciplinares (Meylani, 2025). En este sentido, el modelo TPACK propuesto por Mishra y Koehler (2006) sostiene que la integración tecnológica resulta efectiva cuando el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar se complementan para responder a objetivos específicos de aprendizaje. Esta perspectiva adquiere especial relevancia en el diseño de aplicaciones dirigidas a contenidos matemáticos concretos, como el Teorema de Pitágoras.

Las aplicaciones móviles interactivas pueden favorecer la comprensión matemática al facilitar la visualización de conceptos, la manipulación de representaciones, la práctica autónoma y la retroalimentación inmediata. En el caso de la geometría, estas herramientas permiten representar relaciones espaciales y promover una comprensión más profunda de las propiedades de las figuras. Asimismo, la incorporación de elementos de gamificación puede incrementar la motivación y el compromiso del

estudiante, siempre que dichos elementos estén orientados al logro de objetivos cognitivos y no únicamente al entretenimiento (Deterding et al., 2011; Romero-Rodríguez et al., 2024). De igual forma, la retroalimentación inmediata favorece la identificación de errores y la mejora progresiva del desempeño cuando proporciona información útil para orientar el proceso de aprendizaje (Hattie & Timperley, 2007).

A pesar del creciente interés por el aprendizaje móvil en matemáticas, todavía son limitados los estudios que evalúan el efecto de aplicaciones diseñadas específicamente para la enseñanza del Teorema de Pitágoras mediante diseños experimentales y comparaciones con metodologías convencionales. La mayoría de las investigaciones se ha centrado en el desarrollo o validación técnica de las aplicaciones, mientras que son menos frecuentes aquellas que analizan su impacto sobre el rendimiento académico y las diferentes dimensiones del aprendizaje geométrico. Esta brecha resulta especialmente relevante en instituciones públicas latinoamericanas, donde la incorporación de tecnologías educativas debe responder a las condiciones reales de acceso, mediación docente y pertinencia curricular.

En este contexto, la presente investigación evalúa el efecto de PythaPlay, una aplicación móvil interactiva diseñada para fortalecer el aprendizaje del Teorema de Pitágoras mediante contenidos teóricos, actividades interactivas, retroalimentación inmediata y elementos de gamificación. El estudio se desarrolló con estudiantes de décimo año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal "Ramón Estupiñán", ubicada en Esmeraldas, Ecuador, con el propósito de determinar si el uso de esta herramienta favorece el aprendizaje del contenido en comparación con la enseñanza convencional. En consecuencia, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación móvil interactiva PythaPlay en el aprendizaje del Teorema de Pitágoras mediante la comparación del desempeño de un grupo experimental y un grupo de control, así como analizar la participación, interacción y autonomía de los estudiantes durante el proceso de implementación.

2. Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, con un componente observacional descriptivo complementario. Se adoptó un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente y grupo experimental, propio de contextos educativos reales en los que no siempre es posible asignar aleatoriamente a los participantes. El grupo experimental utilizó la aplicación móvil interactiva PythaPlay como recurso de apoyo para el aprendizaje del Teorema de Pitágoras, mientras que el grupo control recibió enseñanza convencional sobre el mismo contenido.

El análisis principal se centró en la comparación del desempeño final de ambos grupos en una prueba de conocimientos sobre el Teorema de Pitágoras. De manera complementaria, se empleó una guía de observación durante la implementación de PythaPlay para describir patrones de participación, interacción con la aplicación, autonomía, motivación y mediación docente en el grupo experimental. Esta organización permitió responder tanto a las preguntas cuantitativas sobre desempeño académico como a la pregunta observacional sobre la dinámica de uso de la aplicación.

2.1. Participantes

El estudio se realizó en la Unidad Educativa Fiscal “Ramón Estupiñán”, ubicada en la provincia de Esmeraldas, Ecuador. La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes de décimo año de Educación Básica, distribuidos en dos grupos previamente conformados por la institución: un grupo experimental ($n = 30$) y un grupo control ($n = 30$). La selección fue no probabilística por conveniencia, debido a la organización académica de los cursos y a la disponibilidad institucional para desarrollar la intervención.

Se incluyeron estudiantes matriculados en décimo año de Educación Básica que participaron en las actividades correspondientes al contenido del Teorema de Pitágoras y completaron la evaluación final. Se excluyeron del análisis aquellos estudiantes que no asistieron a la sesión de evaluación o no completaron la prueba final. Debido al carácter cuasiexperimental del estudio, los grupos no fueron asignados aleatoriamente; por tanto, los resultados deben interpretarse considerando esta limitación metodológica.

El grupo experimental trabajó con la aplicación móvil interactiva PythaPlay, mientras que el grupo control recibió enseñanza convencional basada en explicación docente, ejercicios guiados y práctica individual o grupal sin uso de la aplicación. Ambos grupos abordaron el mismo contenido matemático durante el periodo de intervención.

2.2 Descripción de la intervención con PythaPlay

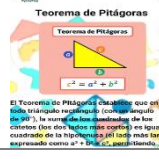
PythaPlay es una aplicación móvil interactiva diseñada para apoyar el aprendizaje del Teorema de Pitágoras en estudiantes de décimo año de Educación Básica. Su diseño integra contenidos teóricos, actividades prácticas, ejercicios interactivos, retroalimentación inmediata y elementos de gamificación. La aplicación fue utilizada como recurso complementario a la mediación docente, no como sustituto de la enseñanza.

El contenido matemático se organizó en torno a cinco aspectos: identificación de los elementos del triángulo rectángulo, comprensión de la relación entre catetos e hipotenusa, aplicación de la fórmula del Teorema de Pitágoras, verificación de ternas pitagóricas y resolución de problemas contextualizados. La secuencia de uso de la aplicación se estructuró en momentos de aprendizaje orientados a guiar progresivamente al estudiante desde la familiarización con el recurso hasta la práctica y revisión de resultados (Tabla 1).

Durante la intervención, el docente orientó el acceso a la aplicación, explicó la dinámica de trabajo, acompañó la resolución de ejercicios y promovió la reflexión sobre los procedimientos empleados. La aplicación proporcionó retroalimentación inmediata ante las respuestas de los estudiantes y utilizó elementos de gamificación para favorecer la participación y la continuidad en la tarea.

Tabla 1.

Momentos de aprendizaje integrados en la aplicación móvil PythaPlay

Enfoque de pensamiento complejo			
Pensamiento sistémico (PS): Analizar un problema planteado y encontrar vínculos con situaciones de la vida cotidiana.			
Pensamiento científico (PC): Encontrar evidencia empírica que valide el problema planteado utilizando bases de datos bibliográficas.			
Pensamiento crítico (PR): Proponer la solución al problema con base en la elaboración de una revisión sistemática de la evidencia empírica (artículos científicos).			
Momentos de aprendizaje de PC	Enfoques aplicados	Espacio de trabajo	Imagen
M1. Registro.	PS	Interfaz Gráfica Registro	
M2. Introducción	PS, PR	Interfaz Gráfica Introducción	
M3. Definición.	PS, PR	Interfaz Gráfica Definición	
M4. Aprendizaje basado en Juegos "Abrecajas"	PR	Interfaz Gráfica "Abrecajas"	
M5. Tabla de Clasificación "Resultados"	PS	Interfaz Gráfica Tabla Resultados	
M6. Cierre	-	Interfaz Gráfica	
M7. Memoria Fotográfica	-	Fotografía con Estudiantes	

Nota: Elaborado por los autores

La función pedagógica de la aplicación se fundamenta en tres componentes principales: la interactividad, la retroalimentación inmediata y la gamificación. La interactividad permite que el estudiante actúe sobre el contenido mediante la resolución de ejercicios; la retroalimentación inmediata facilita la identificación de aciertos y errores durante el proceso; y la gamificación introduce elementos motivacionales que pueden favorecer la participación y la continuidad en la actividad. De este modo, la aplicación se concibe como un recurso complementario a la mediación docente, no como sustituto de la enseñanza.

2.3. Instrumentos

Para la recolección de datos se emplearon dos instrumentos: una prueba de conocimientos sobre el Teorema de Pitágoras y una guía de observación aplicada durante la implementación de PythaPlay.

La prueba de conocimientos estuvo compuesta por cinco ítems, cada uno valorado de 0 a 2 puntos, para una puntuación total máxima de 10 puntos. Los ítems evaluaron: identificación de los elementos del triángulo rectángulo, resolución de un problema contextualizado, verificación de ternas pitagóricas, análisis de errores y aplicación práctica del teorema. La prueba combinó ejercicios de respuesta cerrada y problemas de aplicación, organizados según niveles progresivos de dificultad.

Se emplearon dos formas paralelas del instrumento: Forma A para el pretest y Forma B para el postest. Ambas versiones fueron revisadas por especialistas del área de Matemática y Tecnología Educativa, quienes valoraron la pertinencia, claridad y correspondencia de los ítems con los contenidos del Teorema de Pitágoras. Esta revisión permitió fortalecer la validez de contenido del instrumento; sin embargo, no se estimaron indicadores psicométricos de confiabilidad, lo cual se reconoce como una limitación del estudio.

La guía de observación (Tabla 2) se utilizó durante la implementación de PythaPlay en el grupo experimental. Su propósito fue registrar patrones de participación, interacción con la aplicación, autonomía en la resolución de actividades, motivación durante la tarea y mediación docente. La observación tuvo carácter descriptivo y complementario, orientado a contextualizar la dinámica de uso de la aplicación y responder la tercera pregunta de investigación.

Tabla 2.

Dimensiones de la guía de observación aplicada durante el uso de PythaPlay

Dimensión	Indicadores observados
Participación del estudiante	Interviene en la actividad, responde preguntas y muestra disposición para resolver ejercicios
Interacción con la aplicación	Navega por los módulos, completa actividades y utiliza la retroalimentación ofrecida
Autonomía en el aprendizaje	Intenta resolver ejercicios antes de solicitar ayuda, revisa errores y repite actividades cuando es necesario
Motivación durante la actividad	Mantiene la atención, muestra interés por avanzar y participa en la dinámica gamificada
Mediación docente	Orienta el uso de la aplicación, aclara dudas y acompaña la resolución de problemas

Nota: Elaborado por los autores

2.4. Procedimiento

La intervención se desarrolló durante dos semanas, en cuatro sesiones de 45 minutos. El procedimiento se organizó en cuatro fases: diagnóstico inicial, preparación de la intervención, implementación de la propuesta y evaluación final.

En la primera fase, se aplicó la Forma A de la prueba de conocimientos a los estudiantes del grupo control y del grupo experimental, con el propósito de identificar el nivel inicial de conocimiento sobre el Teorema de Pitágoras. Esta medición permitió disponer de una referencia diagnóstica sobre los conocimientos previos de los participantes.

En la segunda fase, se preparó la intervención. Se verificó la disponibilidad de dispositivos móviles para el grupo experimental y se explicó a los estudiantes el funcionamiento básico de PythaPlay, incluyendo acceso, navegación por los módulos y dinámica de las actividades interactivas. Asimismo, se organizó la planificación didáctica para asegurar que ambos grupos abordaran el mismo contenido matemático durante el periodo de intervención.

En la tercera fase, se implementó la propuesta pedagógica. El grupo experimental trabajó con PythaPlay mediante explicaciones breves, actividades interactivas, ejercicios gamificados y retroalimentación inmediata. Durante este proceso, el docente actuó como mediador, orientando el uso de la aplicación, aclarando dudas y promoviendo la reflexión sobre los procedimientos empleados para resolver los ejercicios. Paralelamente, el grupo control trabajó el mismo contenido mediante enseñanza convencional, basada en explicación docente, resolución guiada de ejercicios y práctica individual o grupal sin uso de la aplicación.

En la cuarta fase, se aplicó la Forma B de la prueba de conocimientos como evaluación final a ambos grupos. Además, durante el desarrollo de las actividades con PythaPlay se utilizó la guía de observación para registrar patrones de participación, interacción con la aplicación, autonomía, motivación y mediación docente en el grupo experimental.

2.5. Análisis de datos

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial. Para la descripción del desempeño se calcularon medias, desviaciones estándar, medianas, rangos y frecuencias por grupo. La comparación principal se realizó sobre la puntuación total del postest, con el propósito de analizar diferencias entre el grupo control y el grupo experimental en la evaluación final del aprendizaje del Teorema de Pitágoras.

Para comparar el desempeño final entre ambos grupos se aplicó la prueba t de Welch para muestras independientes, debido a que permite contrastar medias sin asumir igualdad estricta de varianzas. Se estimó el intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias y el tamaño del efecto mediante g de Hedges. Como análisis complementario, se aplicó la prueba U de Mann–Whitney, considerando el tamaño de los grupos y la naturaleza discreta de las puntuaciones. El nivel de significación adoptado fue $p < ,05$.

Para responder la segunda pregunta de investigación, se analizaron las medias obtenidas por ambos grupos en cada uno de los cinco ítems de la prueba. Las diferencias por ítem se interpretaron de manera descriptiva, identificando las dimensiones con mayor y menor diferencia entre el grupo PythaPlay y el grupo control.

Los datos procedentes de la guía de observación fueron analizados mediante síntesis descriptiva por dimensiones: participación del estudiante, interacción con la aplicación, autonomía en el aprendizaje, motivación durante la actividad y mediación docente. Este análisis tuvo carácter complementario y se utilizó para contextualizar la dinámica de implementación de PythaPlay en el grupo experimental.

2.6. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló respetando principios de confidencialidad, uso académico de la información y protección de la identidad de los participantes. Los datos fueron procesados de forma agregada, sin incluir nombres ni información que permitiera identificar individualmente a los estudiantes. La participación se realizó en el marco de las actividades académicas autorizadas por la institución educativa. Cuando correspondió, se informó a los estudiantes y representantes sobre el propósito del estudio y el uso de los datos con fines investigativos. La aplicación PythaPlay se utilizó exclusivamente como recurso didáctico durante la intervención y no implicó recopilación pública de información personal de los estudiantes.

3. Resultados

Esta sección presenta los resultados obtenidos en la evaluación final del aprendizaje del Teorema de Pitágoras y los registros derivados de la guía de observación aplicada durante la implementación de PythaPlay en el grupo experimental. Los resultados se organizan según las tres preguntas de investigación planteadas.

3.1. Diferencias en el desempeño final entre grupos

La primera pregunta de investigación indagó si existían diferencias en el desempeño final sobre el Teorema de Pitágoras entre los estudiantes que utilizaron PythaPlay y los estudiantes que recibieron enseñanza convencional.

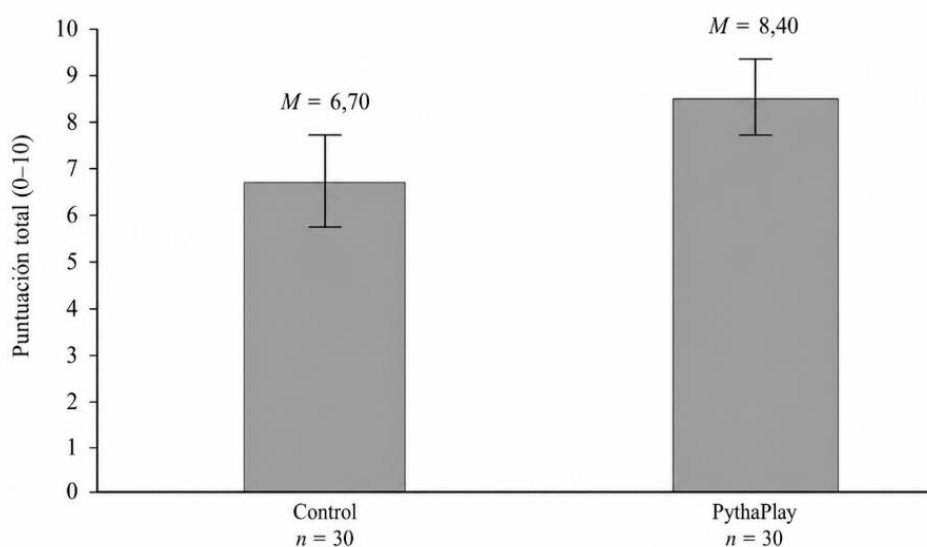
En la evaluación final participaron 60 estudiantes, distribuidos en dos grupos de 30: grupo control, que recibió enseñanza convencional, y grupo experimental, que trabajó con la aplicación móvil interactiva PythaPlay. La puntuación total se calculó en una escala de 0 a 10 puntos, a partir de cinco ítems orientados a evaluar la identificación de elementos del triángulo rectángulo, la resolución de problemas contextualizados, la verificación de ternas pitagóricas, el análisis de errores y la aplicación práctica del teorema.

Como se observa en la figura 1, el grupo control obtuvo una media de 6,70 puntos ($DE = 1,95$), con una mediana de 7,00 y puntuaciones entre 4 y 10. Por su parte, el grupo PythaPlay alcanzó una media de 8,40 puntos ($DE = 1,50$), con una mediana de 9,00 y puntuaciones entre 5 y 10. La diferencia media entre ambos grupos fue de 1,70 puntos a favor del grupo experimental, equivalente a 17 puntos porcentuales sobre la escala total de la prueba y a una diferencia relativa de 25,4% respecto al promedio del grupo control.

La comparación inferencial mediante prueba *t* de Welch para muestras independientes mostró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, $t(54,41) = 3,79$, $p < ,001$, con un intervalo de confianza del 95% para la diferencia media entre 0,80 y 2,60 puntos. El tamaño del efecto fue alto (*g* de Hedges = 0,96), lo que indica una diferencia educativamente relevante en el desempeño final. Como contraste complementario, la prueba *U* de Mann–Whitney también mostró diferencias significativas entre los grupos ($U = 671$, $p < ,001$).

Figura 1.

Desempeño global en la evaluación final



Nota: Las barras representan las medias y las barras de error indican ± 1 DE. Grupo control: $M = 6,70$, $DE = 1,95$, mediana = 7, rango = 4–10. Grupo PythaPlay: $M = 8,40$, $DE = 1,50$, mediana = 9, rango = 5–10. La comparación entre grupos mostró diferencias estadísticamente significativas, *t* de Welch ($54,41$) = 3,79, $p < ,001$, IC 95% [0,80, 2,60], *g* de Hedges = 0,96.

La distribución de las puntuaciones también mostró un desplazamiento del grupo PythaPlay hacia niveles más altos de desempeño. En el grupo control, 10 estudiantes obtuvieron puntuaciones de 4 o 5 puntos, mientras que en el grupo PythaPlay solo un estudiante se ubicó en ese rango. En el extremo superior, 17 estudiantes del grupo PythaPlay alcanzaron puntuaciones de 9 o 10 puntos, frente a 5 estudiantes del grupo control. Este patrón complementa la comparación de medias, ya que muestra una menor concentración de estudiantes con bajo desempeño y una mayor presencia de puntuaciones altas en el grupo que utilizó PythaPlay.

En conjunto, los resultados asociados con la PI1 indican que el grupo experimental obtuvo un desempeño final superior al grupo control en la evaluación del aprendizaje del Teorema de Pitágoras.

3.2. Diferencias por dimensiones evaluadas

La segunda pregunta de investigación buscó identificar en qué dimensiones evaluadas del aprendizaje del Teorema de Pitágoras se observaron mayores diferencias entre ambos grupos.

Para ello, se analizaron las medias obtenidas por el grupo control y el grupo PythaPlay en las cinco dimensiones evaluadas en la prueba final. El grupo PythaPlay obtuvo valores superiores en todas las dimensiones. Las mayores diferencias se observaron en la resolución de problemas contextualizados (+0,50 puntos), la verificación de ternas pitagóricas (+0,47 puntos) y la aplicación práctica del teorema (+0,37 puntos). Estas dimensiones exigen aplicar el contenido matemático en situaciones de resolución de problemas, más allá del reconocimiento de la fórmula o de los elementos del triángulo rectángulo.

Tabla 4.

Resultados por dimensiones evaluadas en la prueba final

Dimensión evaluada	Control M	PythaPlay M	Diferencia	Interpretación descriptiva
Identificación de elementos	1,70	1,90	+0,20	Diferencia leve
Problema contextualizado	1,30	1,80	+0,50	Diferencia marcada
Verificación de ternas pitagóricas	1,27	1,73	+0,47	Diferencia marcada
Análisis de errores	1,17	1,33	+0,17	Diferencia leve
Aplicación práctica	1,27	1,63	+0,37	Diferencia moderada

Nota: Cada dimensión fue calificada en una escala de 0 a 2 puntos. La diferencia corresponde a PythaPlay menos grupo control.

La menor diferencia se registró en el análisis de errores (+0,17 puntos). Este resultado sugiere que la identificación y corrección de errores procedimentales exige una orientación didáctica más explícita que la práctica interactiva por sí sola. En consecuencia, futuras versiones de PythaPlay o de la secuencia pedagógica deberían reforzar actividades orientadas a que los estudiantes expliquen, comparen y corrijan procedimientos incorrectos.

En síntesis, los resultados asociados con la PI2 muestran que las mayores diferencias a favor del grupo PythaPlay se concentraron en tareas de aplicación, resolución de problemas y verificación de relaciones pitagóricas.

3.3. Patrones observados durante el uso de PythaPlay

La tercera pregunta de investigación indagó qué patrones de participación, interacción con la aplicación y autonomía se observaron durante el uso de PythaPlay en el grupo experimental (Tabla 5).

Para responder esta pregunta, se analizaron los registros obtenidos mediante la guía de observación aplicada durante la implementación de la aplicación. La observación se organizó en cinco dimensiones: participación del estudiante, interacción con la aplicación, autonomía en el aprendizaje, motivación durante la actividad y mediación docente.

En relación con la participación, se observaron conductas asociadas con disposición para intervenir en las actividades, responder preguntas y continuar la resolución de

ejercicios dentro de la aplicación. La participación fue más visible durante las actividades interactivas y gamificadas, en las que los estudiantes tendieron a mantenerse involucrados en la tarea y a avanzar por los módulos propuestos.

En cuanto a la interacción con la aplicación, los estudiantes navegaron por los módulos, completaron actividades y utilizaron la retroalimentación ofrecida por el recurso para revisar sus respuestas. Este patrón fue especialmente relevante en las tareas de práctica, donde la respuesta inmediata de la aplicación permitió que los estudiantes reconocieran aciertos y errores durante el proceso de resolución.

Respecto a la autonomía, se observó que varios estudiantes intentaron resolver los ejercicios antes de solicitar ayuda docente, revisaron sus respuestas y repitieron actividades cuando lo consideraron necesario. No obstante, las tareas de problema contextualizado y análisis de errores demandaron mayor mediación docente, lo que sugiere que estos componentes requieren orientación adicional para favorecer una comprensión más profunda.

En la dimensión motivacional, los registros indican interés por avanzar en la actividad y participación en la dinámica gamificada. Sin embargo, este resultado debe interpretarse de manera contextual, ya que la guía de observación no mide motivación como constructo psicológico, sino manifestaciones conductuales observables durante la actividad.

Finalmente, la mediación docente fue necesaria durante todo el proceso de implementación. El docente orientó el acceso y uso de la aplicación, aclaró instrucciones, resolvió dudas y apoyó la identificación de procedimientos adecuados. Este hallazgo refuerza que PythaPlay funcionó como recurso complementario de enseñanza y no como sustituto de la intervención pedagógica del docente.

Tabla 5.

Síntesis de patrones observados durante el uso de PythaPlay

Dimensión observada	Patrones registrados	Interpretación
Participación	Intervención en actividades, respuesta a preguntas y continuidad en la tarea	La aplicación favoreció una participación sostenida durante las actividades interactivas
Interacción con la aplicación	Navegación por módulos, realización de ejercicios y uso de retroalimentación	Los estudiantes utilizaron el recurso como apoyo para revisar respuestas
Autonomía	Intentos de resolución antes de solicitar ayuda y repetición de actividades	Se observaron conductas iniciales de autorregulación
Motivación	Interés por avanzar y participación en dinámicas gamificadas	La gamificación pudo apoyar la implicación conductual
Mediación docente	Orientación, aclaración de dudas y apoyo en problemas complejos	La aplicación requirió acompañamiento docente para maximizar su uso pedagógico

Nota: Elaborado por los autores

De manera general, los resultados asociados con la PI3 indican que el uso de PythaPlay se acompañó de patrones de participación, interacción con el recurso y autonomía inicial durante la resolución de actividades. Al mismo tiempo, los registros muestran que la mediación docente fue necesaria, especialmente en tareas de mayor complejidad cognitiva.

4. Discusión

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación móvil interactiva PythaPlay en el aprendizaje del Teorema de Pitágoras en estudiantes de décimo año de Educación Básica, mediante la comparación del desempeño final de un grupo que utilizó la aplicación y un grupo que recibió enseñanza convencional, así como mediante la observación de patrones de participación, interacción y autonomía durante la implementación. En conjunto, los hallazgos muestran que el grupo PythaPlay obtuvo un desempeño final superior al grupo control, con una diferencia estadísticamente significativa y un tamaño del efecto alto. Este resultado aporta evidencia preliminar favorable sobre el potencial de PythaPlay como recurso didáctico móvil para apoyar el aprendizaje de un contenido geométrico específico.

Respecto a la primera pregunta de investigación, los resultados indican que los estudiantes que utilizaron PythaPlay alcanzaron una media superior en la evaluación final en comparación con quienes recibieron enseñanza convencional. Esta diferencia no solo fue estadísticamente significativa, sino también relevante desde el punto de vista educativo por su magnitud. Este hallazgo es consistente con la evidencia previa sobre aprendizaje móvil en matemáticas. En particular, Güler et al. (2022) reportaron, mediante metaanálisis, efectos positivos del aprendizaje móvil sobre el rendimiento matemático, mientras que Tang et al. (2023) señalaron que las intervenciones móviles pueden apoyar diferentes áreas del currículo matemático, aunque sus efectos dependen de las características del diseño, los instrumentos y las condiciones de implementación. En este estudio, la ventaja observada en el grupo PythaPlay sugiere que una aplicación móvil diseñada con actividades interactivas, retroalimentación inmediata y secuencia didáctica puede favorecer el desempeño final en el aprendizaje del Teorema de Pitágoras.

No obstante, este resultado debe interpretarse con cautela. El diseño cuasiexperimental empleado permitió comparar el desempeño de dos grupos en un contexto educativo real, pero no incluyó asignación aleatoria de los participantes. Además, aunque el procedimiento contempló pretest y posttest, el análisis reportado se concentró en la evaluación final, por lo que no es posible afirmar con solidez una mejora individual pre-post sin incorporar la matriz completa de datos por estudiante. Esta precisión es importante para evitar una interpretación causal excesiva. En consecuencia, los resultados permiten sostener que el grupo PythaPlay presentó un desempeño final superior al grupo control, pero no demostrar de manera concluyente que la aplicación, por sí sola, produjo el cambio observado.

En relación con la segunda pregunta de investigación, el análisis por dimensiones mostró que las mayores diferencias a favor del grupo PythaPlay se concentraron en la resolución de problemas contextualizados, la verificación de ternas pitagóricas y la aplicación práctica del teorema. Este patrón es pedagógicamente relevante, porque estas dimensiones demandan aplicar la relación entre catetos e hipotenusa en

situaciones que van más allá de la identificación de elementos o la sustitución mecánica de valores. En este sentido, los resultados sugieren que PythaPlay pudo favorecer especialmente tareas de transferencia y aplicación del contenido matemático. Esta interpretación es coherente con la idea de que las tecnologías móviles pueden aportar mayor valor cuando permiten representar, practicar y aplicar conceptos, en lugar de limitarse a digitalizar ejercicios tradicionales.

La menor diferencia se observó en el análisis de errores. Este resultado merece especial atención, porque indica que la retroalimentación inmediata y la práctica interactiva no necesariamente son suficientes para desarrollar procesos de revisión metacognitiva o corrección razonada de procedimientos. En matemáticas, identificar por qué una solución es incorrecta exige una comprensión más profunda de las relaciones conceptuales y de los pasos del procedimiento. Desde esta perspectiva, el hallazgo sugiere que futuras versiones de PythaPlay deberían fortalecer actividades orientadas al análisis explícito de errores, la comparación de procedimientos y la justificación de respuestas. Esta mejora sería coherente con el planteamiento de Hattie y Timperley (2007), quienes sostienen que la retroalimentación resulta más efectiva cuando orienta al estudiante sobre el objetivo de aprendizaje, su desempeño actual y las acciones necesarias para avanzar. También se relaciona con la literatura reciente sobre retroalimentación en educación matemática, que advierte que su efectividad depende de su contenido, oportunidad y conexión con los procesos matemáticos implicados.

La tercera pregunta de investigación se orientó a describir los patrones observados durante el uso de PythaPlay en el grupo experimental. Los registros de observación mostraron participación sostenida, interacción con los módulos de la aplicación y conductas iniciales de autonomía, especialmente durante las actividades interactivas y gamificadas. Estos resultados complementan los hallazgos cuantitativos, porque muestran que la aplicación no solo se asoció con mejores puntuaciones finales, sino también con una dinámica de aula caracterizada por mayor interacción con el recurso y oportunidades de revisión inmediata. No obstante, estas observaciones deben interpretarse como evidencia contextual complementaria, no como medición directa de motivación, autonomía o autorregulación.

Los patrones observados son consistentes con la literatura sobre gamificación, aunque deben analizarse con prudencia. Deterding et al. (2011) definieron la gamificación como el uso de elementos de diseño de juegos en contextos no lúdicos, y estudios recientes han señalado su potencial para favorecer participación e implicación en matemáticas. Sin embargo, la evidencia también advierte que la gamificación no garantiza aprendizaje por sí misma. En este estudio, la dinámica gamificada pudo contribuir a sostener la participación conductual, pero el desempeño superior del grupo PythaPlay no puede atribuirse exclusivamente a la gamificación. Es más razonable interpretarlo como resultado posible de la combinación entre secuencia didáctica, práctica interactiva, retroalimentación inmediata, visualización del progreso y mediación docente.

Un aspecto importante de los registros observacionales fue la necesidad de mediación docente durante la intervención. Aunque PythaPlay ofreció actividades interactivas y retroalimentación, el acompañamiento del docente fue necesario para aclarar instrucciones, orientar procedimientos y apoyar las tareas de mayor complejidad, especialmente los problemas contextualizados y el análisis de errores. Este hallazgo coincide con el modelo TPACK de Mishra y Koehler (2006), según el cual la integración

efectiva de tecnología requiere articular conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar. Desde esta perspectiva, PythaPlay no debe entenderse como una solución autónoma ni como sustituto del docente, sino como un recurso didáctico que puede ampliar las oportunidades de práctica y retroalimentación cuando se integra en una estrategia pedagógica coherente.

La principal contribución del estudio es aportar evidencia empírica contextualizada sobre el uso de una aplicación móvil interactiva para apoyar el aprendizaje del Teorema de Pitágoras en Educación Básica. A diferencia de estudios centrados únicamente en la aceptación o factibilidad técnica de recursos móviles, este trabajo compara el desempeño final entre un grupo que utilizó la aplicación y un grupo que recibió enseñanza convencional, además de analizar dimensiones específicas del aprendizaje y registros observacionales de implementación. Esta combinación permite una comprensión más amplia del fenómeno, aunque todavía limitada por el alcance del diseño y los instrumentos utilizados.

El estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse. En primer lugar, la muestra fue no probabilística y estuvo conformada por grupos previamente establecidos, lo que limita la generalización de los resultados. En segundo lugar, la ausencia de asignación aleatoria impide descartar completamente la influencia de diferencias iniciales entre los grupos. En tercer lugar, aunque se utilizaron formas paralelas de pretest y posttest, el análisis disponible no permite establecer con solidez cambios individuales antes y después de la intervención. En cuarto lugar, la prueba de conocimientos fue un instrumento ad hoc revisado por especialistas, pero no se reportaron indicadores psicométricos de confiabilidad. Finalmente, la guía de observación tuvo un carácter descriptivo y complementario, por lo que sus resultados no deben interpretarse como mediciones robustas de motivación, autonomía o autorregulación.

Desde el punto de vista práctico, los hallazgos sugieren que las aplicaciones móviles interactivas pueden ser útiles para diversificar la enseñanza de la geometría cuando se integran en una secuencia didáctica bien estructurada. En particular, PythaPlay parece tener potencial para apoyar tareas de aplicación y resolución de problemas, dimensiones en las que se observaron las mayores diferencias entre grupos. Sin embargo, el análisis de errores debe fortalecerse mediante actividades que exijan explicar procedimientos, comparar soluciones y justificar decisiones matemáticas. Por tanto, la recomendación pedagógica no es sustituir la enseñanza convencional por una aplicación móvil, sino integrar recursos móviles como mediadores didácticos que amplíen las oportunidades de práctica, retroalimentación y participación activa bajo orientación docente.

5. Conclusiones

Los resultados del estudio indican que el grupo que utilizó PythaPlay obtuvo un desempeño final superior al grupo que recibió enseñanza convencional en la evaluación del Teorema de Pitágoras. Esta diferencia aporta evidencia preliminar favorable sobre el potencial de la aplicación móvil interactiva como recurso didáctico para apoyar el aprendizaje de contenidos geométricos en décimo año de Educación Básica.

Las mayores diferencias se observaron en dimensiones vinculadas con la resolución de problemas contextualizados, la verificación de ternas pitagóricas y la aplicación práctica del teorema. Esto sugiere que PythaPlay puede favorecer especialmente tareas que requieren aplicar el conocimiento matemático, más allá de la identificación básica de elementos o la sustitución mecánica de valores.

Los registros de observación mostraron patrones de participación, interacción con la aplicación y autonomía inicial durante el uso de PythaPlay. Sin embargo, también evidenciaron la importancia de la mediación docente, especialmente en actividades de mayor complejidad, como el análisis de errores y la resolución de problemas contextualizados.

En consecuencia, PythaPlay debe entenderse como un recurso complementario a la enseñanza, no como sustituto del docente. Su valor pedagógico depende de su integración en una secuencia didáctica coherente, con actividades orientadas a la práctica, la retroalimentación y la aplicación del Teorema de Pitágoras. Futuros estudios deberían incorporar muestras más amplias, análisis pretest–postest completos y validación psicométrica de los instrumentos para confirmar y ampliar estos hallazgos.

Referencias Bibliográficas

- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K–12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 88–113. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. En *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9–15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Güler, M., Bütüner, S. Ö., Danişman, Ş., & Gürsoy, K. (2022). A meta-analysis of the impact of mobile learning on mathematics achievement. *Education and Information Technologies*, 27, 1725–1745. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10640-x>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, Article 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Meylani, R. (2025). Mobile learning in mathematics: Benefits, challenges, strategies, and proponents' and opponents' views. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 26(4), 122–140. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v26i4.8793>

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Nurhayati, S., & Hakim, D. L. (2024). Development of Android-based learning media assisted by AppyPie: Pythagorean theorem material. *Advances in Social Humanities Research*, 2(7), 939–949. <https://adshr.org/index.php/vo/article/view/265>
- Romero-Rodríguez, J. M., Martínez-Menéndez, A., Alonso-García, S., & Victoria-Maldonado, J. J. (2024). The reality of the gamification methodology in primary education: A systematic review. *International Journal of Educational Research*, 128, Article 102481. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102481>
- Sánchez-Arévalo, B. M., Valenciano-Valcárcel, J., & Fernández-Cézar, R. (2025). Analysis on the use of gamification in mathematics in primary education: A literature review. *Journal of Research in Mathematics Education*, 14(1), 30–55. <https://doi.org/10.17583/redimat.16133>
- Söderström, S., & Palm, T. (2024). Feedback in mathematics education research: A systematic literature review. *Research in Mathematics Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/14794802.2024.2401488>
- Sunzuma, G. (2023). Technology integration in geometry teaching and learning: A systematic review. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 11(3), Article 1938. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.3.1938>
- Tang, D. M., Nguyen, C. T. N., Bui, H. N., Nguyen, H. T., Le, K. T., Truong, K. L. G., Tran, N. T., Vo, N. K., & Nguyen, T. T. (2023). Mobile learning in mathematics education: A systematic literature review of empirical research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5), Article em2268. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13162>
- Valero Larico, D., Benavente Gutierrez, M. A., Talavera-Mendoza, F., & Rucano Paucar, F. H. (2026). Digital applications in mathematics learning for secondary school students: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 22(1), Article em2768. <https://doi.org/10.29333/ejmste/17760>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.