



**Prueba del desarrollo de un videojuego educativo con reconocimiento de figuras
geométricas en realidad aumentada**

**Test of the development of an educational video game with recognition of geometric figures
in augmented reality**

José Alberto Morales Cadena¹

jmoralesca038@alumno.uaemex.mx

ORCID: 0009-0006-8362-4127

Marco Alberto Mendoza Pérez²

mamendozap@uaemex.mx

ORCID: 0000-0003-4911-4757

Cristina Juárez Landín³

cjuarezl@uaemex.mx

ORCID: 0000-0002-0988-3060

¹ Maestro en Ciencias de la Computación, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Universidad Autónoma del Estado de México.

² Dr. en Ciencias de la Computación y Profesor de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Dra. en Ciencias de la Computación y Profesora de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Universidad Autónoma del Estado de México.



Doricela Gutiérrez Cruz⁴

dgutierrezcr@uaemex.mx

ORCID: 0000-0003-2843-3273

Resumen

Este artículo presenta las primeras pruebas del desarrollo de un videojuego que tiene como objetivo proporcionar una experiencia interactiva, inmersiva y motivadora en la identificación y comprensión de conceptos geométricos básicos para alumnos de 3° de primaria; sin embargo, como primeras pruebas se les realizaron a usuarios externos. El desarrollo se llevó a cabo aplicando la metodología ágil Scrum, permitiendo iteraciones rápidas y mejoras continuas basadas en la retroalimentación de los usuarios. La plataforma utilizada fue Unity 3D con el motor de RA Vuforia, diseñada para dispositivos móviles. Durante la fase de prueba, participaron usuarios externos, quienes interactuaron con la aplicación. Los resultados preliminares sugieren una correlación entre el uso del videojuego educativo en RA y la mejora en el reconocimiento de figuras geométricas. Para evaluar la efectividad del recurso, se aplicó una metodología mixta. Se utilizó una rúbrica para hacer anotaciones de los jugadores, la observación para ver cómo se desenvolvían al momento de jugar y después del uso del videojuego, y entrevistas

⁴ Dra. en Ciencias de la Computación y Profesora de Tiempo Completo, Centro Universitario UAEM Nezahualcoyotl, Universidad Autónoma del Estado de México,



semiestructuradas para recoger percepciones cualitativas de los participantes. La muestra estuvo compuesta por 4 usuarios externos. Los indicadores principales fueron el reconocimiento correcto de figuras geométricas, la motivación y la interacción con la herramienta digital. Se concluye que la combinación de RA y estrategias lúdicas representa un enfoque prometedor en la enseñanza de matemáticas básicas, con potencial de expansión hacia otras áreas del conocimiento.

Palabras clave: Experiencia, Pruebas de Software, Realidad Aumentada, Reconocimiento de Figuras Geométricas, Videojuego Educativo.

Abstract

This article presents the initial testing phase of the development of an educational video game aimed at providing an interactive, immersive, and engaging experience for the identification and understanding of basic geometric concepts among third-grade primary school students. However, for these early tests, the application was trialed by external users. The development followed the agile Scrum methodology, enabling rapid iterations and continuous improvement based on user feedback. The platform was developed using Unity 3D and the Vuforia AR engine, targeting mobile devices. During the testing phase, external users interacted with the application. Preliminary results suggest a correlation between the use of the AR-based educational video game and an improvement in the recognition of geometric figures. A mixed-methods evaluation approach was applied to assess the effectiveness of the tool. Rubric was used to record players' performance, direct observation was employed to analyze user interaction during gameplay, and semi-structured interviews were conducted to collect qualitative perceptions from participants. The



sample consisted of four external users. The main indicators assessed were accurate recognition of geometric figures, user motivation, and interaction with the digital tool. The study concludes that the combination of augmented reality and game-based strategies represents a promising approach for teaching basic mathematics, with potential for expansion into other areas of knowledge.

Keywords: Experience, Software Testing, Augmented Reality, Recognition of Geometric Figures, Educational Video Game

Fecha de envío: 20/05/2025

Fecha de aprobación: 18/07/2025

Fecha de publicación: 01/09/2025

Introducción

La enseñanza de la geometría en la educación básica es fundamental para el desarrollo del pensamiento lógico, espacial y crítico de los estudiantes. Sin embargo, su abordaje tradicional suele presentar desafíos relacionados con la abstracción de los conceptos y la falta de conexión con el entorno real. En este contexto, las tecnologías emergentes, como la realidad aumentada (RA), ofrecen nuevas oportunidades para hacer que el aprendizaje sea más dinámico, significativo y motivador. La combinación de recursos digitales interactivos con prácticas pedagógicas innovadoras permite que los estudiantes construyan conocimientos de manera activa, reforzando su comprensión de las figuras geométricas a través de la experiencia directa. Por tanto, resulta



crucial explorar y validar el potencial de estas tecnologías en contextos educativos reales. Por cuestiones de la pandemia de COVID-19 las escuelas impidieron las clases presenciales en las aulas, ya que el proceso de enseñanza y aprendizaje se realizaba de forma remota (Yaniawati, et al., 2023).

En el ámbito del aprendizaje geométrico, la incorporación de tecnologías de la información y herramientas computacionales en las sesiones didácticas posibilita el desarrollo de actividades colaborativas tales como simulaciones interactivas, investigaciones visuales y análisis de propiedades geométricas. Estas tecnologías desempeñan un papel fundamental en los procesos de enseñanza y aprendizaje, al propiciar un enfoque centrado en el estudiante que favorece su participación activa, al tiempo que transforma el entorno educativo en una experiencia lúdica y estimulante para la adquisición de conocimientos geométricos (Pujiastuti & Haryadi, 2024).

El uso de videojuegos por parte de estudiantes de educación primaria ha sido objeto de frecuentes análisis, especialmente en el contexto de su tiempo libre. Es habitual que estos alumnos cuenten con amplios espacios de ocio, situación que, en determinados casos, podría interferir con el cumplimiento de otras responsabilidades, ya sean de índole doméstica o académica (Pérez & Cadena, 2023). A pesar de los avances tecnológicos, persiste una brecha significativa entre el uso de nuevas herramientas digitales y su integración efectiva en la enseñanza de contenidos matemáticos en primaria. Muchos estudiantes muestran dificultades para reconocer y diferenciar figuras geométricas básicas, lo que impacta negativamente en su desempeño académico en niveles posteriores. Frente a esta problemática, surge la necesidad de diseñar y probar recursos innovadores que faciliten la identificación, exploración y comprensión de las figuras geométricas mediante experiencias de aprendizaje inmersivas y adaptativas.



En el contexto educativo, diversos investigadores sostienen que la tecnología de Realidad Aumentada (RA) posee la capacidad de enriquecer significativamente la interfaz de usuario y representa un recurso con vasto potencial. Entre sus múltiples ventajas, destaca la posibilidad de expandir de manera virtual los entornos de aprendizaje, así como de transformar y optimizar los procesos de enseñanza, promoviendo experiencias más inmersivas e interactivas (Young & Santoso 2018). El objetivo principal de este estudio es evaluar la prueba de un videojuego educativo basado en realidad aumentada que permite identificar figuras geométricas en entornos reales y virtuales. De manera específica, se busca:

- Determinar el impacto del videojuego en la comprensión y reconocimiento de figuras geométricas.
- Analizar la usabilidad y aceptación del videojuego entre estudiantes de educación básica.
- Identificar áreas de mejora para optimizar la experiencia educativa a través de RA.

La incorporación de la realidad aumentada (RA) en la enseñanza de las matemáticas responde a los propósitos del currículo educativo, que plantea la necesidad de diversificar las metodologías de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de tecnologías emergentes. Este enfoque tiene como finalidad fortalecer la comprensión conceptual de los estudiantes y favorecer experiencias educativas más significativas. En este sentido, resulta esencial analizar y valorar los



posibles beneficios que la RA puede aportar al ámbito de la educación matemática (Nadzeri et al., 2024).

Para lograr una implementación efectiva de la realidad aumentada (RA) en contextos educativos, es fundamental que el profesorado cuente con una preparación adecuada que le permita planificar, gestionar y facilitar procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por esta tecnología. No obstante, el acceso a dispositivos tecnológicos en los entornos escolares constituye un factor clave que puede favorecer y ampliar la integración de la RA en las prácticas pedagógicas cotidianas (Nadzri *et al.*, 2023).

El desarrollo de tecnologías basadas en realidad aumentada (RA) está transformando significativamente las metodologías empleadas en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, al ofrecer experiencias educativas más interactivas e inmersivas. Esta tecnología permite la integración de objetos virtuales en entornos reales, facilitando la manipulación directa de figuras geométricas en tres dimensiones. Entre sus principales beneficios destaca la posibilidad de brindar retroalimentación inmediata, aspecto fundamental para fortalecer la comprensión conceptual. Las plataformas de RA reaccionan en tiempo real a las interacciones del estudiante, como la rotación, el escalado o la segmentación de estructuras tridimensionales, promoviendo así una asimilación más efectiva de nociones clave como la congruencia, la simetría y las transformaciones geométricas (Tarnng et al., 2024).

Actualmente, se dispone de múltiples herramientas tecnológicas que favorecen el proceso de aprendizaje en la infancia. Entre ellas, la realidad aumentada (RA) destaca por su capacidad para enriquecer la percepción del entorno físico mediante la superposición de elementos digitales a través de dispositivos tecnológicos. Esta tecnología permite integrar imágenes virtuales con



escenarios reales, generando una experiencia informativa híbrida que facilita la comprensión y estimula la interacción del usuario. (Yañez et al., 2023).

El uso de figuras geométricas contribuye significativamente al aumento del interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de disciplinas que tradicionalmente han presentado mayores desafíos, como las matemáticas y la geometría. Herramientas que permiten resaltar detalles complejos y posibilitan la interacción con representaciones tridimensionales facilitan una comprensión más efectiva de los contenidos, en particular aquellos relacionados con los elementos fundamentales que conforman los sólidos de revolución y las figuras tridimensionales básicas. (González et al., 2022).

Antecedentes conceptuales o históricos del tema

Buena parte de los estudios previos se han enfocado en aplicaciones de tipo demostrativo o en módulos instruccionales con escasa participación del estudiante, lo que limita la interactividad y reduce la motivación sostenida en el proceso de aprendizaje (Nadzri et al., 2023). El presente estudio propone un enfoque integral que incorpora la RA dentro de un entorno lúdico interactivo, desarrollado como videojuego educativo orientado al reconocimiento y comprensión de figuras geométricas básicas en alumnos de tercer grado. La propuesta se adapta al contexto escolar mediante la aplicación de la metodología ágil Scrum, lo que facilita mejoras iterativas basadas en la retroalimentación temprana de los usuarios.

Además, el proceso de evaluación se estructura bajo un enfoque metodológico mixto, que incluye observación directa, entrevistas semiestructuradas y rúbricas de desempeño, permitiendo obtener información cualitativa y cuantitativa sobre la eficacia del recurso. Esta estrategia



contrasta con las metodologías evaluativas más limitadas utilizadas en investigaciones anteriores, lo que otorga al presente trabajo un carácter innovador en la convergencia entre pedagogía, tecnologías educativas y diseño de videojuegos con RA.

En la actualidad, la tecnología móvil trasciende su función original como medio de comunicación, consolidándose como una herramienta multifuncional que optimiza diversos aspectos de la vida cotidiana del usuario. Esta versatilidad se fundamenta en la integración de múltiples funcionalidades —como el acceso inmediato a internet, servicios de mensajería electrónica, organización personal, reproducción multimedia y aplicaciones lúdicas—, todo ello disponible de manera ágil y ubicua, permitiendo su utilización en cualquier momento y lugar con notable facilidad (Sunandar et al., 2020). El uso de juegos en la enseñanza de las matemáticas no es nuevo; teóricos como Piaget (1985) señalaron la importancia del juego en la construcción del conocimiento infantil. En las últimas décadas, los videojuegos educativos han sido objeto de numerosos estudios por su capacidad para promover aprendizajes significativos y motivar a los estudiantes (Muñiz et al., 2014; Franco-Mariscal & Sánchez, 2019). Asimismo, la realidad aumentada ha emergido como una tecnología disruptiva en el ámbito educativo, permitiendo la superposición de elementos virtuales sobre el entorno físico para mejorar la comprensión de fenómenos abstractos (Cadena et al., 2024). Aplicada a la geometría, la RA posibilita que los alumnos visualicen, manipulen y comprendan mejor las propiedades de las figuras geométricas, rompiendo las limitaciones de los métodos de enseñanza tradicionales basados en materiales impresos o bidimensionales.

La enseñanza tradicional de la geometría en el nivel de educación primaria suele apoyarse en materiales impresos y ejercicios teóricos que, si bien transmiten los conceptos básicos, frecuentemente carecen de elementos que favorezcan la comprensión intuitiva y experiencial de



las figuras geométricas. Esto genera en los estudiantes dificultades para reconocer, clasificar y aplicar correctamente las propiedades de formas bidimensionales y tridimensionales, afectando no solo su desempeño en matemáticas, sino también su desarrollo del pensamiento lógico y espacial.

La brecha entre los métodos pedagógicos convencionales y las expectativas de los estudiantes de la era digital se ha incrementado, generando una necesidad urgente de estrategias didácticas que integren tecnologías innovadoras. Aunque la realidad aumentada (RA) ha demostrado ser una herramienta eficaz para la representación visual y la interacción dinámica con objetos abstractos, su aplicación específica en el desarrollo y validación de videojuegos educativos para la enseñanza de geometría en primaria aún es incipiente.

Un factor adicional que incide significativamente en las aplicaciones de la Realidad Aumentada es la creciente orientación hacia entornos que demandan la movilidad del usuario. Las soluciones emergentes, fundamentadas en la computación móvil, exigen acceso continuo a servicios sin restricciones de ubicación o temporalidad. Esta nueva concepción de Realidad Aumentada móvil implica la necesidad de concebir y desarrollar tecnologías innovadoras, arquitecturas especializadas y dispositivos móviles avanzados que respondan a las exigencias de flexibilidad, portabilidad y conectividad permanente (Basogain et al., 2007).

De esta manera, surge el problema central de esta investigación: ¿en qué medida la prueba de un videojuego educativo basado en RA contribuye a mejorar el reconocimiento y la comprensión de figuras geométricas en estudiantes de tercer grado de primaria? Resolver esta cuestión permitirá proponer estrategias pedagógicas innovadoras y basadas en evidencia para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría básica.



La geometría en la educación básica

La geometría es una disciplina matemática esencial para el desarrollo del razonamiento espacial y la capacidad de abstracción de los estudiantes. Según Roldán y Cabrera (2008), su enseñanza debe propiciar la construcción activa de conceptos, promoviendo el aprendizaje significativo más allá de la simple memorización de definiciones y fórmulas. No obstante, el aprendizaje de la geometría se vuelve desafiante cuando los estudiantes no logran vincular las representaciones gráficas con las experiencias del mundo real.

El sector educativo ha integrado de forma sostenida la Realidad Aumentada dentro de su repertorio de herramientas tecnológicas. Actualmente, existe una amplia variedad de aplicaciones pedagógicas basadas en esta tecnología, las cuales se emplean tanto en contextos presenciales como extracurriculares. Estas herramientas se incorporan en proyectos escolares como recursos complementarios e incluso como elementos centrales del proceso formativo, promoviendo la participación activa de docentes y estudiantes en la generación y construcción del propio contenido educativo (Blázquez, 2017).

Los recursos didácticos constituyen herramientas que, conforme a lo planteado por Alejandro (2013), enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje al facilitar la comprensión de conceptos abstractos, sin sustituir el rol del docente. Con el auge de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se han integrado diversos instrumentos digitales, entre ellos los videojuegos educativos, los cuales, según Franco-Mariscal y Sánchez (2019), poseen un notable potencial para incentivar la motivación estudiantil y transformar el aprendizaje en una experiencia lúdica, dinámica e interactivamente significativa.



La enseñanza de la geometría en los niveles primarios continúa representando un reto significativo tanto para el profesorado como para los estudiantes. La evidencia reportada en distintos estudios indica que los alumnos presentan dificultades recurrentes en aspectos como la visualización espacial, la identificación de figuras geométricas y la comprensión de sus propiedades, especialmente durante los primeros años escolares (Clements & Sarama, 2011). Estas dificultades suelen estar asociadas a prácticas pedagógicas excesivamente abstractas, basadas en definiciones formales, lo cual limita el desarrollo gradual del pensamiento geométrico.

Uno de los obstáculos más destacados en la literatura especializada es la ausencia de estrategias didácticas que articulen el conocimiento geométrico con experiencias sensoriales concretas. Según, Duval (1998) sostiene que el aprendizaje efectivo de la geometría requiere el dominio de diversos registros de representación gráfico, simbólico y verbal, así como la habilidad de transformar información entre estos registros. Sin embargo, tales competencias rara vez se abordan de forma integrada en el aula, lo que genera una comprensión fragmentada de los conceptos geométricos.

A esto se suma una debilidad estructural en la formación de los docentes. Investigaciones como las de Flores y Carrillo (2016) han evidenciado que muchos profesores de educación primaria poseen conocimientos insuficientes en geometría, lo cual repercute directamente en la calidad de su enseñanza. Esta deficiencia se traduce con frecuencia en clases enfocadas en el reconocimiento superficial de figuras, sin profundizar en sus atributos, transformaciones o relaciones espaciales.

Frente a este panorama, diversos autores proponen la incorporación de tecnologías emergentes como vía para enriquecer la enseñanza visual e interactiva de la geometría. La realidad aumentada (RA), en particular, ha sido identificada como una herramienta con gran potencial para



fortalecer el pensamiento espacial y geométrico en estudiantes de nivel primario (Chen et al., 2023; Gargrish, 2021). Al permitir la superposición de elementos digitales sobre el entorno real, la RA ofrece la posibilidad de manipular objetos geométricos tridimensionales, favoreciendo así una comprensión más tangible e intuitiva.

Asimismo, el desarrollo de entornos lúdicos e inmersivos como los videojuegos educativos se presenta como una estrategia pedagógica eficaz para mejorar la motivación, la implicación activa y la retención de conceptos matemáticos (Nadzeri et al., 2024; Nelson & Gabbard, 2024). Esta línea didáctica resulta particularmente adecuada para la enseñanza de la geometría, donde la exploración visual y la interacción concreta juegan un papel central en el aprendizaje significativo.

Realidad Aumentada en la educación

La Realidad Aumentada (RA) se ha consolidado como una tecnología emergente de alto valor pedagógico, al posibilitar la integración dinámica de elementos virtuales sobre escenarios del mundo real en tiempo real (Farías y Rojas, 2010). Según Cadena et al. (2024), la aplicación de RA en el ámbito de los videojuegos educativos promueve la exploración activa y la manipulación interactiva de formas geométricas, lo que favorece una comprensión más profunda mediante la estimulación sensorial y la participación directa del estudiante en el proceso de aprendizaje.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con investigaciones previas que destacan el potencial de la realidad aumentada para mejorar la comprensión conceptual y la motivación en el aprendizaje. Por ejemplo, Chen et al. (2023) evidencian que el uso de RA en la enseñanza de geometría tridimensional en educación secundaria permite un aumento significativo en la capacidad de visualización espacial. De igual forma, trabajos como el de Akçayır y Akçayır



(2017) señalan que la RA, al integrar elementos visuales interactivos, facilita la retención de información en asignaturas como ciencias y matemáticas.

En contextos universitarios, se ha reportado que la RA mejora el aprendizaje de anatomía, al permitir la exploración de estructuras complejas en entornos simulados (Monge et al., 2021), lo cual refuerza la idea de que el aprendizaje espacial se ve fortalecido por este tipo de tecnologías. Aunque estos estudios abordan niveles educativos y disciplinas distintas, los hallazgos respaldan los beneficios observados en el presente trabajo, al mostrar que la RA promueve la participación activa del estudiante, la comprensión visual y la interacción significativa con el contenido.

Videojuegos educativos

Piaget (1985) subraya que el juego constituye una herramienta esencial en el desarrollo cognitivo infantil, al facilitar la comprensión del entorno a través de experiencias lúdicas. En esta línea, el diseño de videojuegos educativos sustentados en fundamentos pedagógicos potencia la motivación intrínseca, fomenta la participación activa del estudiante y estimula procesos de aprendizaje autónomo (Muñiz et al., 2014). La incorporación de dinámicas lúdicas mediante Realidad Aumentada (RA) abre nuevas posibilidades para democratizar y enriquecer la enseñanza de nociones matemáticas clave, como el reconocimiento y comprensión de las figuras geométricas.

En contraste con la mayoría de los trabajos citados, esta investigación se enfoca específicamente en el nivel de tercer grado de primaria y en el aprendizaje de geometría básica, un campo aún poco explorado. Esta especificidad representa una contribución relevante, al evidenciar que la RA no solo es efectiva en niveles avanzados, sino también en las primeras etapas del



desarrollo matemático, especialmente cuando se combina con estrategias de gamificación y evaluación formativa.

Materiales y métodos

La presente investigación adoptó un enfoque de tipo exploratorio-descriptivo-experimental, basado en el diseño, desarrollo y pruebas de un videojuego educativo que integra tecnologías de realidad aumentada (RA) para el reconocimiento de figuras geométricas. Se empleó la metodología ágil Scrum para la organización y gestión del desarrollo, permitiendo iteraciones constantes y adaptaciones rápidas en función de la retroalimentación de usuarios.

El videojuego fue diseñado utilizando Unity3D como motor de desarrollo y Vuforia como plataforma de RA, optimizado para dispositivos móviles Android. La mecánica principal del juego consistió en el reconocimiento de figuras geométricas en entornos reales a través de la cámara del dispositivo, proporcionando retroalimentación inmediata al estudiante y adaptando progresivamente la dificultad.

El desarrollo se estructuró en seis sprints de tres semanas cada uno, donde se abordaron etapas como la detección de figuras 2D y 3D, integración de retroalimentación visual y auditiva, y pruebas internas de funcionalidad.



Resultados

Se anticipa que los estudiantes que utilicen el videojuego educativo basado en realidad aumentada presentarán una mejora significativa en el reconocimiento y diferenciación de figuras geométricas básicas, en comparación con métodos tradicionales de enseñanza.

Entre los resultados esperados destacan:

- Incremento en la motivación: Los estudiantes mostrarán mayor interés y participación en las actividades de geometría gracias a la experiencia inmersiva de la RA.
- Facilitación del aprendizaje: Se espera una mejora en la comprensión de conceptos espaciales y propiedades geométricas debido a la interacción directa con figuras virtuales.
- Mejora en la usabilidad: Se proyecta que la mayoría de los estudiantes considerarán el videojuego fácil de usar, atractivo y apropiado para su nivel educativo.
- Retroalimentación para mejora: A partir de las observaciones y sugerencias de los usuarios, se identificarán oportunidades para optimizar el diseño, la jugabilidad y la accesibilidad del videojuego.



Estos resultados permitirán validar la hipótesis de que la integración de tecnologías inmersivas como la RA en videojuegos educativos representa una estrategia eficaz para reforzar la enseñanza de la geometría en la educación básica. La prueba piloto se llevó a cabo con una muestra intencional de 4 usuarios externos de diferentes edades. A continuación se presentan las ilustraciones 1, 2, 3 y 4 con las primeras pruebas realizadas:

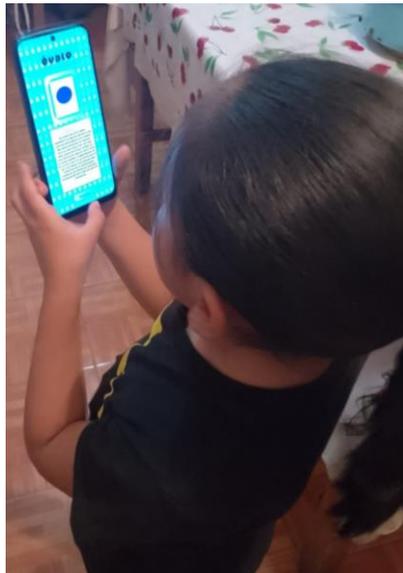


Ilustración 1: Jugador #1 ejecutando el Videojuego como primeras pruebas y empieza a localizar imágenes en el entorno.



Ilustración 2. Jugador #2 interactuando con la aplicación.



Ilustración 3. El jugador #3 comienza a interactuar con la cámara del celular para localizar una figura geométrica.



Ilustración 4. El jugador #4 denota un rostro de inquietud al no saber cómo verá reflejada una figura geométrica en el entorno.

Al ver sus expresiones en los rostros, junto con los comentarios u opiniones de los diferentes usuarios que utilizaron la aplicación de RA, se realiza la siguiente tabla con la información de cada uno de los jugadores identificando los comentarios que brindó cada jugador, ya sea positiva o negativa ayudará a realizar algunas modificaciones y posteriormente una nueva serie de pruebas de la aplicación. En la Tabla 1, se muestra lo mencionado anteriormente:

Jugador	Nombre	Edad	Comentarios u opiniones
#1	Melissa	6 años	1.- El Videojuego se maneja sencillo y fácil de entender. 2.- Los colores le parecieron bonitos. 4.- Sintió emoción al encontrar cada figura geométrica.

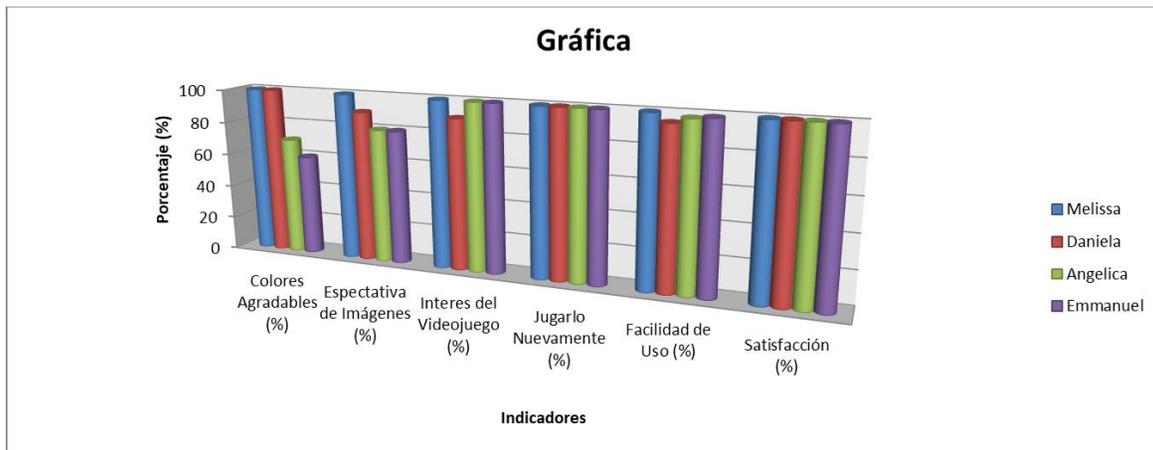


			5.- Al inicio del Videojuego sintio emoción ya que no sabia como se iban a mostrar las figuras geométricas.
#2	Daniela	14 años	1.- El Videojuego le parecio agíl y fácil de utilizar. 2.- El tiempo fue el adecuado para encontrar figuras geométricas. 4.- El lenguaje de la descripción de las figuras geométricas le parecio sencillo de entender. 5.- Falta una lista de figuras encontradas.
#3	Angelica	35 años	1.- Le gusto el Videojuego por ser fácil de manejar y sencillo de entender. 2.- En los colores se le hicieron adecuados. 3.- En el tiempo para encontrar figuras geométricas, comento que podria ser hasta 5 minutos.
#4	Emmanu el	38 años	1.- El Videojuego le parecio fácil y sencillo de utilizar. 2.- En el momento de encontrar una figura geométrica comento que deberia ser un poco de más tiempo para poder capturarla. 3.- En los colores le parecieron bien pero le gustaria que fueran un poco más oscuros. 4.- En el tamaño de las figuras geométricas comento que también seria mejor que estuvieran un poco más grandes.

Tabla 1. Comentarios y opiniones de usuarios externos.



La gráfica 1 muestra los resultados de la evaluación de usabilidad del videojuego educativo con realidad aumentada, desglosados por cada uno de los indicadores considerados en el instrumento de análisis. Esta evaluación tuvo como objetivo medir la efectividad de la interfaz, la facilidad de uso y la satisfacción del usuario durante la interacción con el recurso digital.



Gráfica 1. Se muestra el porcentaje de cada indicador de usabilidad por cada jugador externo.

Conclusiones

La prueba del videojuego educativo basado en realidad aumentada para el reconocimiento de figuras geométricas en la prueba piloto con usuarios externos ha demostrado resultados prometedores en cuanto a su viabilidad pedagógica y tecnológica. La interacción con entornos aumentados facilitó una mejor comprensión de conceptos geométricos, al tiempo que incrementó notablemente el interés y la motivación de los usuarios hacia las matemáticas.



El uso de la metodología ágil Scrum permitió el desarrollo iterativo de un producto flexible y adaptado a las necesidades reales de los usuarios. Los usuarios no solo lograron identificar de manera efectiva figuras geométricas en 2D y 3D, sino que también manifestaron una actitud positiva frente al uso de la tecnología como herramienta de aprendizaje. Se concluye que la combinación de recursos didácticos innovadores como los videojuegos educativos y tecnologías inmersivas como la realidad aumentada puede representar una alternativa poderosa frente a los métodos tradicionales, contribuyendo a un aprendizaje más significativo, autónomo y atractivo para las nuevas generaciones. No obstante, se identificaron oportunidades de mejora, como la necesidad de optimizar tiempos de interacción, ampliar la variedad de figuras geométricas, y ajustar elementos visuales para adaptarse a diferentes condiciones de iluminación y dispositivos.

Mientras que investigaciones como la de Pérez et al. (2021) y Wang & Cheng (2022) utilizaron RA para enseñar geometría en secundaria o educación técnica, este estudio se centra en los primeros años de la educación formal, donde las dificultades de abstracción espacial son más pronunciadas. En contraste con plataformas preexistentes, este videojuego fue diseñado desde cero con base en los principios curriculares nacionales y observaciones pedagógicas, lo que le otorga mayor pertinencia didáctica.

Estas características convierten al presente desarrollo en una herramienta potencialmente útil para docentes que buscan integrar tecnologías emergentes en sus prácticas educativas. Además, abre la posibilidad de adaptar la metodología a otros contenidos matemáticos o áreas del conocimiento, ampliando así su aplicabilidad en contextos educativos diversos.



Propuesta de trabajo a futuro

Para potenciar el impacto educativo del videojuego y ampliar su aplicabilidad, se proponen las siguientes líneas de trabajo futuro:

- Personalización adaptativa: Incorporar mecanismos de ajuste dinámico del nivel de dificultad basado en el desempeño del usuario, permitiendo trayectorias de aprendizaje individualizadas.
- Ampliación del contenido: Integrar nuevos módulos que aborden conceptos geométricos más avanzados (simetría, áreas, volúmenes) y otras áreas de las matemáticas.
- Pruebas longitudinales: Realizar estudios a largo plazo para evaluar el impacto sostenido en el aprendizaje y retención de conocimientos geométricos.
- Diversificación de públicos: Aplicar el videojuego en contextos escolares variados (urbano, rural, privado, público) para analizar su eficacia en diferentes realidades educativas.
- Optimización tecnológica: Mejorar el rendimiento de la aplicación en dispositivos de gama baja y adaptar el videojuego a plataformas multiplataforma (iOS, web).



- Inclusión de elementos de gamificación avanzada: Integrar insignias, tablas de clasificación y recompensas que aumenten la motivación y fomenten la competencia sana entre los estudiantes.

El avance en estas líneas permitirá consolidar el videojuego educativo como una herramienta robusta y adaptable, capaz de transformar la enseñanza de las matemáticas y de servir como modelo para el desarrollo de nuevas propuestas didácticas basadas en tecnología inmersiva.



Referencias

- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU. Recuperado de <http://bit.ly/2hpZokY>.
- Blázquez Sevilla, A. (2017). Realidad aumentada en educación.
- Cadena, M., Pérez, J., & López, R. (2024). *Intelligent Augmented Reality for Learning Geometry*. *Information*, 14(4), 245.
- Chen, C., et al. (2023). Improving elementary students' geometric understanding through augmented reality and its performance evaluation. *Systems*, 12(11), 493.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics education research: Learning trajectories for young children. Routledge.
- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. In C. Mammana & V. Villani (Eds.), *Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century* (pp. 37–52). Springer.
- Farías, M., & Rojas, P. (2010). *Realidad Aumentada y su aplicación en la educación*. *Revista de Tecnología Educativa*, 15(2), 45–52.
- Flores, P., & Carrillo, J. (2016). Conocimiento especializado del profesor de primaria sobre el área de figuras planas. *Revista de Educación Matemática*, 31(2), 83–106.
- Franco-Mariscal, A. J., & Sánchez, J. (2019). *Los videojuegos como herramienta educativa en la enseñanza de las matemáticas*. *Revista de Educación Matemática*, 31(1), 23–38.



- Gargrish, S. (2021). Measuring effectiveness of augmented reality–based geometry learning assistant on memory retention abilities of the students in 3D geometry. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(6), 1811–1824.
- González, F. B. M., Pachón-Franco, D., Lorduy, G., Aldana, D., Maiguel, M., & Mejía-Páez, L. M. (2022). Realidad Aumentada como Estrategia Pedagógica en la Modelación de Figuras Geométricas. *Revista Docencia Universitaria*, 23(1), 57-67.
- Muñiz, M., Pérez, L., & Gómez, R. (2014). *Impacto de los videojuegos educativos en el aprendizaje de la geometría*. *Educación y Tecnología*, 12(3), 67–75.
- Nadzeri, M., Musa, M., & Ismail, I. (2024). The Effects of Augmented Reality Geometry Learning Applications on Spatial Visualization Ability for Lower Primary School Pupils. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*.
- Nadzri, A. Y. N. M., Ayub, A. F. M., & Zulkifli, N. N. (2023). The effect of using augmented reality module in learning geometry on mathematics performance among primary students. *environment*, 3, 4.
- Nelson, C. R., & Gabbard, J. L. (2024). Pedagogical design considerations for mobile augmented reality serious games: A literature review. *arXiv*.
- Pérez, M. A. M., & Cadena, J. A. M. (2023). III. PROPUESTA DE UN VIDEOJUEGO CON RECONOCIMIENTO DE FIGURAS GEOMÉTRICAS. *Revista Diálogos Interdisciplinarios en Red-REDIIR*, 12(1).
- Piaget, J. (1985). *La formación del símbolo en el niño*. Editorial Crítica.
- Pujiastuti, H., & Haryadi, R. (2024). The effectiveness of using augmented reality on the geometry thinking ability of junior high school students. *Procedia Computer Science*, 234, 1738-1745.



- León Roldán, T., & Rizo Cabrera, C. (2008). Concepción didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría con un enfoque dinámico en la educación primaria [Tesis doctoral, Instituto Central de Ciencias Pedagógicas]. Editorial Universitaria.
- Monge, J., Rubio, M., & González, J. (2021). Realidad aumentada en la enseñanza de la anatomía humana: Una revisión sistemática. *Revista Educación Médica*, 22(2), 105–111.
- Sunandar, S., Rahmawati, A. W., & Buchori, A. (2020). Development of game education basic virtual augmented reality in geometry learning. *Test Eng. Manag*, 82, 1471-1479.
- Tarng, W., Huang, J. K., & Ou, K. L. (2024). Improving Elementary Students' Geometric Understanding Through Augmented Reality and Its Performance Evaluation. *Systems*, 12(11), 493.
- Yaniawati, P., Sudirman, Mellawaty, Indrawan, R., & Mubarika, M. P. (2023). *The potential of mobile augmented reality as a didactic and pedagogical source in learning geometry 3D*. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 4–22.
<https://doi.org/10.3926/jotse.1661>
- Yañez, A. L. C., Pérez, M. A. M., & Martin, A. S. (2023). Realidad aumentada en apoyo al aprendizaje de la geometría a nivel preescolar. *RILCO DS: Revista de Desarrollo sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*, 5(44), 1-11.
- Young J., & Santoso H. (2018). Preliminary Study of JunoBlock: Marker-Based Augmented Reality for Geometry Educational Tool. Faculty of Computer Science, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia