

IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL IMAGINANDO EL FUTURO MEDIANTE LA ESCALA DE USABILIDAD DE SISTEMA

*MOBILE APP IMPLEMENTATION IMAGINING THE
FUTURE THROUGH SYSTEM USABILITY SCALING*

Ramiro Castillo Contreras

Universidad Autónoma del Estado de México, México

rcastilloc001@uaemex.mx

Adriana Bustamante Almaraz

Universidad Autónoma del Estado de México, México

abustamantea@uaemex.mx

Anabelem Soberanes Martín

Universidad Autónoma del Estado de México, México

asoberanesm@uaemex.mx

Magally Martínez Reyes

Universidad Autónoma del Estado de México, México

mmartinezr@uaemex.mx

Recepción: 9/diciembre/2025

Aceptación: 28/diciembre/2025

Resumen

Este artículo tiene como objetivo la implementación de la aplicación móvil Imaginando el futuro, diseñado con la Metodología Conjunta de Aplicaciones Educativas, para desarrollar un software tecnopedagógico. La aplicación ejercita: cognición, percepción (imaginación espacial) e inteligencia (memoria) en alumnado de la fase 5 de la Nueva Escuela Mexicana. Se aplicó en dos primarias del Estado de México. El diseño incluyó minijuegos y realidad aumentada; se evaluó el aprendizaje y la usabilidad. Los promedios mejoraron 21 y 32% en las escuelas Paulo Freire y Gregorio Torres Quintero. La Escala de Usabilidad de Sistema (*SUS*) pasó de 61 – 62% (*aceptable*) a ~70% (*buena*), mientras los docentes calificaron 85% (*excelente*). Las pruebas de rendimiento mostraron tiempos adecuados en dispositivos de diferentes gamas, con áreas de mejora en cámara y carga. Se concluye que la solución es viable y favorece procesos cognitivos; se propone un módulo docente y su implementación de manera prolongada.

Palabras Clave: Aplicación móvil, cognición, metodología conjunta de aplicaciones educativas, realidad aumentada, Tecnopedagógico.

Abstract

*This article aims to implement the mobile application *Imagining the Future*, designed with the Joint Methodology of Educational Applications, to develop technopedagogical software. The application exercises: cognition, perception (spatial imagination) and intelligence (memory) in students of phase 5 of the New Mexico School. It was applied in two primary schools in the State of Mexico. The design included mini-games and augmented reality; Learning and usability were evaluated. The averages improved 21 and 32% in the Paulo Freire and Gregorio Torres Quintero schools. The System Usability Scale (SUS) went from 61 – 62% (acceptable) to ~70% (good), while teachers rated 85% (excellent). Performance tests showed adequate times on devices of different ranges, with areas of improvement in camera and charging. It is concluded that the solution is viable and favors cognitive processes; A teaching module and its implementation in a prolonged manner is proposed.*

Keywords: *Augmented reality, cognition, joint methodology of educational applications, mobile application, Technopedagogical.*

1. Introducción

El uso de tecnologías en la educación es ya una realidad. Los dispositivos móviles han transformado la forma de acceder a la información y estudiar, aunque no necesariamente han garantizado un aprendizaje verdaderamente significativo. La integración de la tecnología en el aula puede lograrse a través del desarrollo de productos tecnopedagógicos; es decir, el desarrollo interdisciplinario mediado mediante una metodología que coadyuve lo tecnológico con lo pedagógico, estudios como [Murillo 2023] demuestran que es funcional y [Fiallo, 2022] lo contempla en el desarrollo de objetos de aprendizaje tecnológicos. En este sentido, la tecnología educativa según [Martínez, 2018], representan una transformación en la enseñanza-aprendizaje, al fomentar metodologías activas, colaborativas y

centradas en la autonomía proactiva del estudiante. Las aulas virtuales, simuladores y aplicaciones educativas pueden mejorar la motivación, creatividad e inclusión al adaptarse a distintos estilos de aprendizaje. Sin embargo, su integración enfrenta desafíos como la brecha digital y el acceso desigual a dispositivos y conectividad. Por lo cual, su implementación e integración enfrenta retos pedagógicos, sociales y de equidad. La brecha digital, la desigualdad en el acceso a dispositivos y conectividad pueden convertir a la tecnología tanto en un medio de inclusión como de exclusión. En este sentido, su impacto positivo depende de tres factores esenciales: la formación y capacitación docente; el acceso equitativo a la infraestructura tecnológica y políticas educativas sólidas.

Si las tecnologías son inclusivas y excluyentes por la desigualdad que plantea el acceso a los dispositivos e internet, también lo son las mismas herramientas al ser desarrolladas de forma aislada. En este contexto, la investigación de [López, 2021], sobre los Materiales Didácticos Digitales (*MDD*) enfocado en la diversidad para el apoyo a la educación en alumnos de tres a seis años, contempla enfoques como la evaluación e implementación de estas herramientas; es decir, mediante metodologías o instrumentación didáctica pueden ser eficaces, pero la mayoría no contempla este panorama, esto puede estar relacionado a utilizar la gamificación como estrategia para retener al usuario. Si bien existen métricas con estándares para saber si cumplen las herramientas tecnológicas con lo necesario para ser educativas, también plantea la problemática de la brecha digital e infraestructura en el uso docente, esto último necesita de metodologías, estrategias o técnicas innovadoras; es decir, capacitación y formación diferenciada. Esta postura concuerda con [Martínez, 2018], donde la tecnología no solo debe ser desarrollada y puesta a disposición del profesor, sino debe existir una capacitación e instrumentación didáctica contemplada en el desarrollo de estas tecnologías. Si bien, los autores contemplan en su investigación la interactividad como rango de equidad en el uso de los *MDD*; es decir, que el profesor o estudiante modifiquen los contenidos de las herramientas y así mejorar los estilos de aprendizaje, otro punto a destacar es el rango de edad que delimitan, aunque sigue siendo generalizada desde el punto de vista del desarrollador.

Como se plantea anteriormente la gamificación es una estrategia para retener al usuario, el uso de ésta se considera una estrategia didáctica, este contexto es el argumento del artículo realizado por [Carrillo, 2024], donde el objetivo es alcanzar la mejora del aprendizaje de letras y números en estudiantes en la etapa educativa infantil, mediante una aplicación móvil desarrollada en Android. Aunque enfatiza en la problemática del Covid-19 y el uso de esta tecnología para la motivación, también sugiere un seguimiento de los padres o profesores para ver la evolución del estudiante. Los mismos autores de esta aplicación considera los conocimientos previos y la edad, así como regulaciones del país de origen y diferentes métricas en su desarrollo. La prueba del juego se llevó a cabo en un entorno escolar cercano a los desarrolladores, permitiendo controlar condiciones que pudieran afectar la implementación. Aun con dicha limitación, los resultados evidencian una evolución positiva en los estudiantes, atribuible a que la aplicación considera aspectos clave como la edad, el nivel de conocimientos previos y el seguimiento personalizado del aprendizaje.

La delimitación de los usuarios finales es importante como la interdisciplinariedad en el desarrollo de tecnopedagogía, esto se ve reflejado en la revisión sistemática realizada por [Durán, 2021] donde el uso de la tecnología en la enseñanza-aprendizaje en alumnos con Trastorno de Espectro Autista (*TEA*) brinda un panorama de inclusión educativa, planteando los desafíos en cuanto a la accesibilidad y adaptación de los estudiantes a la Tecnologías de la Información y la Comunicación (*TIC*), pero también muestra datos a considerar en el desarrollo e implementación; por ejemplo, Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) citado en [Reviriego, 2022], se calcula que uno de cada 160 niños tiene un *TEA*, aunque la prevalencia varía entre estudios. Además, el hecho de tratar al *TEA* como una enfermedad que se manifiesta con diferentes síntomas hace que sea más complicado el uso de las *TIC*, porque se debe tener el diagnóstico correcto. Aunque, el objetivo general fue obtener el impacto y las características relevantes que las herramientas tecnológicas deben poseer para ser eficaces. El artículo menciona el porqué del uso de las *TIC* para la inclusión de los estudiantes de *TEA*, no es solo saber utilizar la tecnología sino el porqué, da tres razones principales y las

características (versatilidad, flexibilidad y adaptabilidad) que deben cumplir estos dispositivos. También se apoya de autores que utilizaron la tecnología para motivar y comunicarse de forma más efectiva con estos estudiantes. La revisión es adecuada en cuanto a que brinda un panorama general del *TEA*, dando el por qué y cómo sea implementado las *TIC* en proceso de enseñanza-aprendizaje, además, los resultados indican seis categorías de documentos revisados, las cuatro habilidades analizadas y los países donde se realizaron estas investigaciones, y, por último, una descripción de los 15 *artículos*.

El desarrollo de tecnología educativa como se acaba de contextualizar debe cambiar a desarrollos tecnopedagógico, no es solo contemplar los conocimientos previos, la edad, el tipo de alumno, la instrumentación didáctica, problemas de aprendizaje entre otros, sino tener a un experto del área pedagógica, esto debido a que los tecnólogos no consideran el contexto del aula en el desarrollo de las tecnologías; por lo cual, contemplar al profesor, el paradigma, el contexto y estudiante no es simplemente, generar un juego divertido, sino una herramienta que pueda ser implementada e integrada en el día a día.

En este sentido pensar en desarrollar un dispositivo tecnopedagógico para la ejercitación del déficit cognitivo implica definir este concepto para evitar ambigüedades, contemplar el usuario final y sus conocimientos previos, entre otras características pedagógicas, que implica la participación de profesores y pedagogos y una metodología que coadyuve estas interacciones.

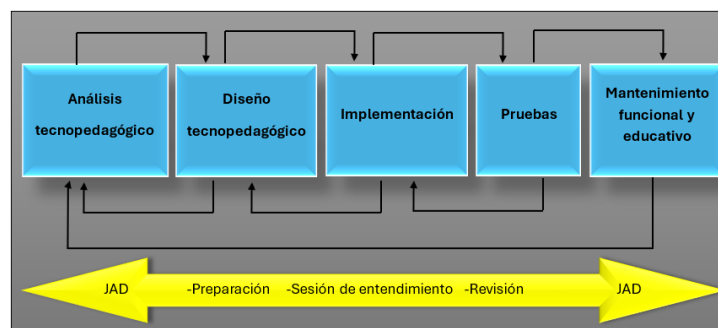
El déficit, para esta investigación, se entiende como la falta de conocimientos; al combinar déficit con cognición, se refiere específicamente a la ausencia de aprendizajes previos en los estudiantes durante un período determinado, en este caso, quinto y sexto grado de primaria. Dicho déficit cognitivo puede trabajarse para mejorar el rendimiento académico, dependiendo del área que se busque fortalecer. Entre las estrategias empleadas para lograrlo destacan la gamificación y la Realidad Aumentada (*RA*), las cuales favorecen la retención y el compromiso del usuario gracias a su carácter interactivo.

Por lo descrito anteriormente, se desarrolló la aplicación móvil (Imaginando el futuro) en el presente trabajo de investigación mediante la Metodología Conjunta de

Aplicaciones Educativas (MCAE), para alumnos de la quinta fase de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), en la problemática del déficit cognitivo; es decir, la falta de conocimientos previos en la percepción (imaginación espacial) y la inteligencia (memoria).

Para el desarrollo del aplicativo, se utilizó una combinación de la técnica *JAD* (*Joint Application Design*) para gestionar los recursos humanos, la cual permite estar en constante colaboración con el cliente [Durán, 2002]. Y elementos pedagógicos como diseño instruccional, secuencia didáctica, teorías educativas que están incorporadas en la MCAE, las cinco etapas interactúan de forma cíclica, Figura 1. En cada una de estas etapas se aplica la técnica JAD, para gestionar las reuniones entre el área pedagógica y la tecnológica, en las cuales se establecerán diálogos y acuerdos para implementarse. Para las reuniones se deben cubrir tres aspectos: La orden del día, sesión de entendimiento y las minutas de trabajo [Benito, 2023].

El equipo de trabajo en la MCAE requiere de un mínimo de tres actores en su ejecución, en esta investigación se conformó de la siguiente manera: El líder del proyecto (Dra. Anabelem Soberanes Martín), experto pedagógico (Mtra. Hilaria Pérez Ruiz) y experto tecnológico (Mtro. Ramiro Castillo Contreras). Esta interacción se debe reflejar en el organigrama, el cual, puede elaborarse a partir de lo propuesto por la metodología [Benito, 2023], y adaptarse a las necesidades del equipo de software. La MCAE fue elegida porque al contrastarla con otras como la de [Fiallo, 2022] brinda las plantillas o instrumentos de recolección de datos que favorecen al desarrollo de software educativo, las cuales fueron evaluadas por expertos pedagógicos, lo que otras metodologías solo mencionan las actividades.



Fuente: [Castillo, 2025]

Figura 1 Etapas del MCAE.

2. Metodología

La presente investigación adopta un enfoque mixto, integrando datos cualitativos obtenidos durante el desarrollo de la aplicación y datos cuantitativos recopilados en la etapa de implementación (pruebas). Para la obtención de esta información se emplearon diversos instrumentos, que se describen más adelante junto con la fase específica en que fueron aplicados, cabe destacar que en cada fase se realizaron reuniones o sesiones de entendimiento de los miembros del proyecto “imaginando el futuro”, las mesas de trabajo quedaron registradas en orden del día y minutas de reunión. Etapas de la MCAE:

- **Análisis Tecnopedagógico:** Se aplicaron cuestionarios a docentes y estudiantes con la finalidad de obtener los datos necesarios para el llenado de la planeación didáctica (plantilla que viene en MCAE), esta se llenó en conjunto con la parte pedagógica y la revisión de docentes externos al proyecto.
- **Diseño Tecnopedagógico:** Mediante los datos obtenidos en la actividad anterior se diseñaron las interfaces y la temática del aplicativo, todo bajo supervisión y recomendaciones de la parte pedagógica y profesores externos.
- **Implementación:** A partir de los diseños obtenidos en la actividad anterior (Mackup, UML, interfaces estáticas) se realizó la programación del aplicativo, en el cual la parte pedagógica funge como evaluador nada más, es una fase meramente técnica.
- **Pruebas:** La aplicación fue implementada en dos escuelas de la zona oriente del Estado de México, con alumnos de la quinta fase de la NEM. En la escuela Paulo Freire fue por medio de un taller, el cual tuvo una duración de dos horas, con la participación de padres, profesores y dos grupos del turno vespertino; del quinto A fueron 29 estudiantes (15 niños y 14 niñas), y sexto A 15 estudiantes (10 niños y 5 niñas). Las edades por ser de la quinta fase de la NEM son de entre 10 a 12 años, los estudiantes fuera de ese rango no fueron excluidos del taller, pero su información no fue contemplada para el estudio. El taller se dividió en tres momentos importantes: el primero fue la






instalación de la aplicación móvil, de antemano se pidió a los alumnos y padres llevar el celular con sistema operativo Android, la segunda etapa fue explicarles a profesores, padres y alumnos la importancia de la tecnología en la educación mediante el seguimiento del profesor o tutor; por último, se proporcionaron indicaciones acerca del uso aplicativo y la secuencia de las actividades.

Los datos adquiridos en esta prueba fueron analizados en conjunto con la parte pedagógica y contemplados en la segunda escuela: Gregorio Torres Quintero, donde se implementó de forma dinámica; es decir, solo tuvieron de 18 a 20 *minutos* efectivos para el uso de la aplicación, esto fue debido a que con anterioridad la directora mencionó que los alumnos no contaban con celular y los padres no participarían en la dinámica. Otra peculiaridad fue el hecho de realizar la interacción en el patio con un clima lluvioso, para no afectar la clase, esto por petición de los docentes. Por lo anterior, la estrategia implementada fue trabajar de cinco en cinco, ya que solo contaba con ese número de dispositivos con acceso a internet, los estudiantes recibían las indicaciones (5 *minutos*), después interactuaban con las 10 actividades de forma secuencial (de 18 a 20 *minutos*) terminando con la prueba de usabilidad (5 *minutos*), al terminar se retiraban y procedían los siguientes cinco estudiantes y así sucesivamente. Por tiempo solo se tuvo la participación de los dos grupos de quinto grado A y B con un total 26 *alumnos* (11 *niños* y 16 *niñas*). También las ocho profesoras utilizaron la aplicación, dos de la escuela Paulo Freire y 6 de la escuela Gregorio Torres Quintero, en un rango de edad entre los 30 y 40 *años*.

Para las pruebas cognitivas se desarrolló un cuestionario compilador de conocimientos con la técnica del *pretest* y *postest*, el cual fue desarrollado en conjunto con la experta pedagógica, fueron 10 *preguntas* relacionados con conocimientos previos a la quinta fase de la NEM. Este cuestionario fue de manera digital, aparecía al inicio y final de las actividades dentro de la aplicación.

Para la prueba de usabilidad se aplicó un cuestionario denominada Escala de usabilidad de Sistemas (*SUS*, por sus siglas en inglés), el cual fue de forma física (hoja de papel), este cuestionario fue adaptado a las necesidades de la investigación, la experta pedagógica pidió implementar emojis en la escala de Likert para un mejor entendimiento de los estudiantes mientras que el cuestionario de las profesoras solo tuvo variaciones en algunas palabras clave, ambos cuestionarios a pesar de su adaptación mantuvieron la esencia del *SUS*, Figura 2.

- Mantenimiento funcional y educativo: Esta fase representa la etapa más extensa de la metodología, ya que implica un seguimiento continuo de al menos un año. Durante este periodo, se monitorea el desempeño de la aplicación y se atienden mejoras derivadas de nuevas necesidades de los usuarios finales. Además, se consideran los distintos contextos de uso y posibles situaciones no previstas durante el desarrollo, asegurando la actualización y pertinencia educativa del recurso tecnopedagógico.

Preguntas	 totalmente en desacuerdo	 En desacuerdo	 Neutro	 De acuerdo	 Totalmente de acuerdo
1. ¿Volverías utilizar la aplicación?					
2. ¿Considera que la aplicación es fácil de usar?					
3. ¿Pienzas que la aplicación es fácil de entender?					
4. ¿Necesitarías ayuda de un profesor o tutor para usar esta aplicación?					
5. ¿Encontraste que las diferentes partes de la aplicación están organizadas?					
6. ¿Pienzas que hay errores en esta aplicación?					
7. ¿Crees que la mayoría de tus amigos aprenderían a usar esta aplicación rápidamente?					
8. ¿Te pareció aburrida la aplicación?					
9. ¿Te sentiste seguro usando la aplicación?					
10. ¿Necesitaste aprender muchas cosas antes de usar la aplicación?					

Docentes					
Edad _____ Grupo _____ Genero _____					
Escuela _____					
Instrucciones: Marca tu respuesta con una x, una opción por respuesta.					
Preguntas	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. ¿Le gustaría usar esta aplicación como material didáctico?					
2. ¿Cree que la aplicación es fácil de usar?					
3. ¿Considera que la aplicación es fácil de entender?					
4. ¿Necesitaría ayuda de un técnico o un profesional para usar esta aplicación?					
5. ¿Considera que las diferentes partes de la aplicación están organizadas?					
6. ¿Considera que hay errores en esta aplicación?					
7. ¿Cree que la mayoría de los profesores aprenderían a usar esta aplicación rápidamente?					
8. ¿Le pareció aburrida la aplicación?					
9. ¿Se sintió seguro usando la aplicación?					
10. ¿Necesita aprender muchas cosas antes de usar la aplicación?					

a) Cuestionario *SUS* estudiantes.

b) Cuestionario *SUS* docentes.

Fuente: [Castillo, 2025]

Figura 2 Cuestionarios de usabilidad.

3. Resultados

Se plantean los resultados mediante las fases de MCAE, poniendo énfasis en la primera y cuarta, por ser consideradas las más relevantes para este artículo:

- Fase 1: Como primer entregable (Tabla 1) se obtuvo el Análisis Tecnopedagógico, este consistió en cinco puntos clave:

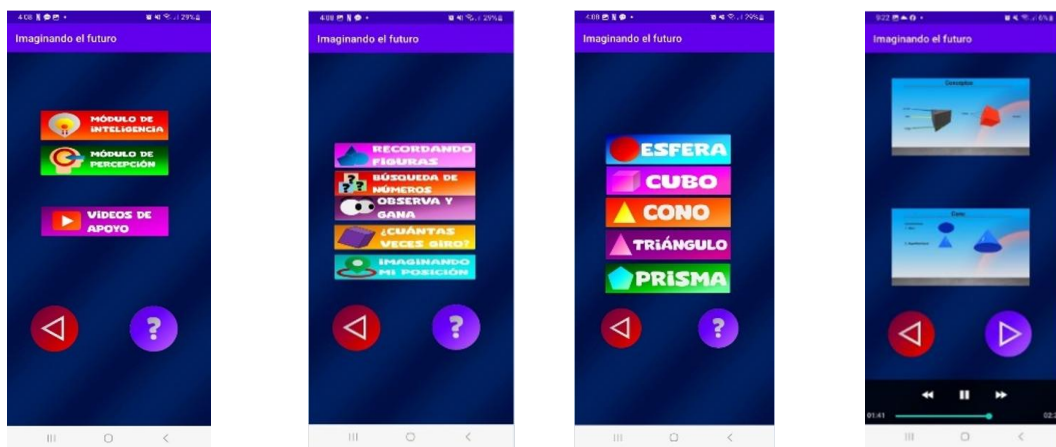
- ✓ Modelo educativo: Determina las actitudes y aptitudes del estudiante que se busca formar, lo cual da como resultado la planeación didáctica de la aplicación.
- ✓ Teoría pedagógica: Describe las funciones de los actores del PE-A y como ejecutarlos.
- ✓ Las estrategias de enseñanza y aprendizaje: Serán las vías de transmisión y adquisición de conocimiento.
- ✓ Diseño instruccional: Procesos de planeación y ejecución del PE-A.
- ✓ Desarrollo Tecnológico: Es la obtención de la representación tecnoeducativa y los requerimientos que se deben implementar dependiendo de las necesidades de los usuarios finales.

Tabla 1 Análisis Tecnopedagógico.

Planeación didáctica		Aplicación móvil: "Imaginando el futuro"			
Institución:	Primarias	Grupo:	Quinto grado		
Profesor	Los profesores de nivel básico				
Número de unidad:	Durante todo el curso	Campo de formación:	Saberes y pensamiento científico	Eje/ contenido/ Ámbito:	Fase 5
Periodo:	2023-2024	Asignatura:	La que el docente estipule	Tema/ Contenido:	Percepción y memoria
Número de Sesiones	Las que el profesor estipule				
Justificación	La percepción y la inteligencia son procesos que deben ser ejercitados en los primeros años de formación académica, es decir se ataca un problema real en los estudiantes.				
Presentación-Contextualización	Se utilizará en las aulas de nivel básico con la mediación del profesor, esto es, el docente decidirá el momento y el lugar del uso del aplicativo, no necesariamente todos los alumnos deberán utilizarlo al mismo tiempo, esto es a consideración de quien enseña y los conocimientos previos del estudiante.				
Conceptualización-Pedagógica	Modelo educativo	<ul style="list-style-type: none"> • La Nueva escuela mexicana: Plantea que los maestros, decidan qué enseñar y cómo enseñar, tomando en consideración a la comunidad y sus saberes, a sus alumnos y sus conocimientos y el programa de estudios que define los contenidos nacionales comunes. • Constructivismo; "Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender", es una propuesta de la Nueva Escuela Mexicana para el desarrollo integral de los estudiantes. Esta propuesta se enfoca en el desarrollo de habilidades socioemocionales, cognitivas y físicas en los estudiantes, con el objetivo de formar ciudadanos responsables y comprometidos con su entorno. • EL docente es facilitador de conocimiento. • El docente debe de mantener un papel activo. 			
	Teoría Pedagógica	Es ajustable, esto se debe a que está en un dispositivo móvil, por lo cual, puede utilizarse casi en cualquier lugar.			
	Definición de roles	Es ajustable, esto se debe a que está en un dispositivo móvil, por lo cual, puede utilizarse casi en cualquier lugar.			
Definición del espacio de aprendizaje	Las que el profesor estipule en la planeación de la actividad.				
Evidencia de aprendizaje (competencias)	Las que el profesor estipule en la planeación de la actividad.				
Evaluación					
Crterios de evaluación	Instrumentos de evaluación		Tipo de evaluación		
Conocimientos previos	Prueba en papel		Cualitativa		
Actividades en el software	Tiempo y estrellas		Cuantitativa		
Actividad después de usar el software	Reporte de la actividad		Cuantitativa		

Fuente: [Castillo, 2025]

- Fase 2: Se presentan las interfaces finales, las cuales, fueron el resultado de las mesas de trabajo, a partir de los requerimientos se analizaron las principales funciones de la aplicación móvil son dos módulos y uno de ayuda: El primero para la ejercitar la percepción y el segundo para la inteligencia, mientras que toda la interacción del usuario con el sistema se centra en seis interfaces. En reuniones posteriores se diseñaron las interfaces de manera estática, mediante la herramienta *Word*, *Lucidchart* y *Android*, las cuales, permitieron generar un mapa de navegación de manera gráfica. También se diseñaron los juegos y las actividades de Realidad Aumentada (RA), junto con los videos del módulo de ayuda, Figura 3.
- Fase 3: Se desarrolla el software, se pasan los diseños a lenguaje de programación, los cuales con base en la experiencia del equipo de desarrollo son elegidos por la parte tecnológica,. La Tabla 2 muestra las herramientas y lenguajes utilizados para la programación del aplicativo.
- Fase 4: Se realizaron pruebas educativas, de rendimiento y de usabilidad. La prueba pedagógica, se dividió en dos:
 - ✓ Se realizó a 43 *alumnos* de la escuela Paulo Freire del turno vespertino, Figura 4.
 - ✓ La segunda, a 27 *alumnos* de la primaria Gregorio Torres Quintero, también del turno vespertino, Figura 5.



a) Interfaz de Módulos. b) Módulo de inteligencia. c) Módulo de percepción. d) Módulo de ayuda.
Fuente: [Castillo, 2025]

Figura 3 Interfaces finales.

Tabla 2 Tecnología utilizada en el desarrollo.

Tecnología/s oftware	Versión	Implementación en el proyecto
Glitch	2024	Utilizada para alojar la parte web de la aplicación. Facilito la colaboración y el desarrollo rápido. Permitió actualizar contenido web sin necesidad de actualizar la aplicación nativa. Permitió el trabajo de la base de datos en forma de archivo, lo que hizo que no sea necesario el uso de servidor externo.
SQLite	3	Almacena los datos del usuario de forma persistente.
Android	12(2021)	Ejecuta la interfaz lógica nativa del usuario. Ejecuta la lógica de las interfaces en la web de usuario mediante WebView.
Node.js	14	Ejecuta el servidor web con Express.js
Express.js	4	Proporciona la lógica para interactuar con SQLite y manejar las rutas de API
WebXR	2.0(2021)	Maneja las peticiones para guardar los datos del usuario en la base de datos. Ofrece una experiencia de usuario sin necesidad de instalar aplicaciones adicionales.
HTML	HTML5	Se utilizó para la estructura de la página web, ya que contiene los elementos visuales de los juegos, botones, entradas de texto, etc.
CSS	CSS3	Aplica estilos y diseño a la página web, define el aspecto visual del juego y otros elementos de la interfaz de usuario (UI).
JavaScript	ES6+	Maneja la lógica del juego en la web (por ejemplo; las rotaciones del cubo, conteo de intentos, etc.)
Java	Jav (JDK 8)	Maneja la lógica de las interfaces de usuario nativas en Android.

Fuente: [Castillo, 2025]



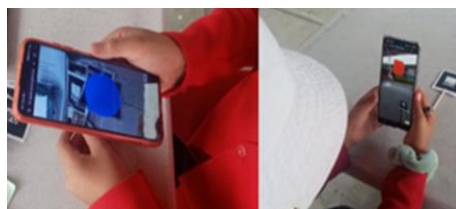
a) Alumnos interactuando con la aplicación.



b) Profesores y padres de familia auxiliando.

Fuente: [Castillo, 2025]

Figura 4 Alumnos de la primaria Paulo Freire.



a) Alumnos interactuado con RA.



b) Alumnos adaptándose al marcador.

Fuente: [Castillo, 2025]

Figura 5 Alumnos de la primaria Gregorio Torres Quintero.

La prueba consistió en 10 preguntas de opción múltiple, la cual se denominó prueba 1 o pretest, posteriormente utilizaba la aplicación y contestaba la prueba 2 o postest, los resultados fueron positivos, dando un porcentaje mayor en promedio del 21 y 32% de mejora una vez interactuado con el aplicativo, Tabla 3.

Tabla 3 Prueba de pedagógica

Escuela	Grado	Prueba 1 promedio	Prueba 2 Promedio	Diferencia	Evolución en porcentaje
Prueba uno					
Paulo Freire	5 ^a	4.7	6.9	2.2	22%
	6 ^a	5.5	7.5	2	20%
Prueba dos					
Gregorio Torres Quintero	5 ^a	5.37	8.4	3.03	30.3%
	5 ^b	5.72	9.2	3.48	34.8%

Fuente: [Castillo, 2025]

También, se realizaron pruebas de rendimiento en *Smartphone* de gama baja, media y alta; es decir, se midió el tiempo de respuesta de la aplicación (cuánto tiempo tarda en abrir) así como el tiempo de conexión a internet para cada juego, este procedimiento se repitió en las actividades que utilizan realidad aumentada, ya que, la cámara es fundamental y se necesitaba saber si funcionaba correctamente en gama baja y, porque repercute directamente en la usabilidad de la aplicación y por ende una buena o mala experiencia del usuario. La Tabla 4 muestra el rendimiento de la aplicación en *Smartphone*: Se utilizaron de baja gama (diez de *Huawei*, *Samsung* y *Motorola*), mediana (ocho de *Samsung* y *Motorola*) y alta gama (dos de *Samsung* y *Motorola*). La marca del celular no influye en los primeros dos puntos; sin embargo, en la parte de la realidad aumentada, las marcas como *Samsung* en toda la gama baja tuvo problemas para enfocar el marcador y así poder visualizar la imagen en realidad aumentada.

Tabla 4 Prueba de rendimiento.

Tiempos	Baja	Media	Alta
Abrir aplicación (promedio)			
Respuesta para abrir la aplicación	3 s	2 s	0.05 s
Cambio entre pantallas	1 s	0.5 s	0.03 s
Conexión a internet (promedio)			
Carga de la plataforma	18 s primera vez	10 s primera vez	2 s primera vez
Carga con cache	3 s	1 s	0.5 s
Cámara (promedio)			
Respuesta	20 s la primera vez	10 s la primera vez	5 s primera vez
Respuesta con cache	5 s	3.5 s	1 s

Fuente: [Castillo, 2025]

La prueba *SUS* fue adaptada a los requerimientos de la investigación, pero solo en cuestión de palabras, reforzando la parte de la escala de Likert con emojis, la esencia y la forma de evaluar son las que marca la prueba. En la

escuela Paulo Freire se obtuvo un promedio de usabilidad de 61 *puntos*, lo cual indicó usabilidad *aceptable* con mejoras, estas fueron obtenidas del análisis de los usuarios y realizadas en conjunto con la parte pedagógica, para la segunda interacción se obtuvo un mejor puntaje, 70 en escala *SUS* lo que indica una *buena* usabilidad, Tabla 5. Mientras que las profesoras de ambas escuelas estuvieron arriba de los 80 *puntos* dando un promedio de 85, lo cual indica *excelente* usabilidad.

- Fase 5: Se analizaron las mejoras de la aplicación derivadas de cada interacción, así como las pruebas realizadas. Con los datos obtenidos en las pruebas de rendimiento, usabilidad y educativa, se identificaron ajustes necesarios para optimizar su diseño pedagógico y tecnológico. Estas mejoras continúan en desarrollo con el fin de asegurar un producto educativo eficiente y acorde a las necesidades de los estudiantes.

Tabla 5 Prueba de usabilidad.

Escuela	Grado	Promedio de preguntas impares	Promedio de pregunta pares	Promedio de Puntaje (<i>SUS</i>)	Interpretación
Prueba uno					
Paulo Freire	5 ^a	16.56	10	61.25	Usabilidad <i>aceptable</i>
	6 ^a	14.92	10	62.41	Usabilidad <i>aceptable</i>
Prueba dos					
Gregorio Torres	5 ^a	16.56	11.68	70.62	<i>buena</i> usabilidad
	5 ^b	15.73	12.27	70	<i>buena</i> usabilidad
Prueba a profesores					
Paulo Freire	5 y 6	18	15	82.5	<i>buena</i> usabilidad
Gregorio Torres	5	20	15	87.5	<i>excelente</i> usabilidad

Fuente: [Castillo, 2025]

4. Discusión

El análisis de la implementación de tecnologías en la educación resalta la relevancia de los enfoques tecnopedagógicos y la interdisciplinariedad para el desarrollo y la mejora del aprendizaje:

- Los aspectos tecnopedagógicos subrayan la necesidad de adoptar metodologías adaptadas a tecnológicas disponibles y demandas educativas actuales [Gutiérrez, 2023]. La incorporación de las *TIC* transforma no solo la forma en que se imparten las clases, sino también el papel del docente y del estudiante en el proceso educativo. Los enfoques tecnopedagógicos, que

integran teoría educativa y tecnología, son esenciales para diseñar las experiencias de aprendizaje efectivas. Modelos de diseño instruccional, como el propuesto por [Benito, 2023], enfatizan la importancia de adaptar las herramientas tecnológicas a contextos educativos específicos para maximizar su impacto en el aprendizaje. Esta adaptación requiere una comprensión profunda de las teorías del aprendizaje y su aplicación en entornos digitales [Jonassen, 1999], [Ausubel, 1983].

- La interdisciplinariedad emerge como una dimensión clave en la integración de tecnologías en la educación. La colaboración entre diferentes disciplinas permite una visión más completa y efectiva sobre cómo las tecnologías pueden mejorar el aprendizaje. La colaboración entre tecnólogos y educadores, como se discute en los trabajos de [Acosta, 2022], [Guerrero, 2014], facilita la creación de soluciones educativas que abordan las diversas necesidades de los estudiantes y optimizan el uso de las tecnologías. Además, la tecnopedagogía y la interdisciplinariedad fomentan la innovación en el diseño de aplicaciones y entornos educativos. La combinación de conocimientos en psicología cognitiva, pedagogía y tecnología puede resultar en el desarrollo de herramientas educativas que no solo sean funcionales, sino que también promuevan un aprendizaje significativo y motivador [Palacios, 2020].

Los resultados de las pruebas educativas evidencian una mejora significativa en los procesos cognitivos (inteligencia y percepción) de los estudiantes que interactuaron con la aplicación. Las puntuaciones en los minijuegos mejoraban y el tiempo empleado para completar las actividades mostraron mejoras con el uso repetido. En particular, las actividades de realidad aumentada indican un efecto positivo en la retención y ejecución de las tareas. Lo antes descrito se observa en la Tabla 3 de los resultados de la prueba pedagógica, los alumnos tuvieron una evolución que va de un 20 hasta un 34% de mejora en sus conocimientos retenidos de manera significativa.

La prueba de usabilidad (*SUS*) reveló que la aplicación es generalmente *aceptable a buena*, con un promedio de 70 puntos. Las profesoras calificaron la usabilidad por

encima de los 80 puntos, mientras que los alumnos la encontraron intuitiva y útil para el aprendizaje, aunque con puntuaciones entre 50 y 79 *puntos*, lo que señala áreas de mejora en la experiencia del usuario [Castillo, 2025].

Los resultados de rendimiento mostraron que la aplicación funciona de manera eficiente en dispositivos de gama baja, media y alta, con tiempos de respuesta adecuados en la mayoría de los casos. Sin embargo, la velocidad de carga y el rendimiento de la cámara son áreas que requieren atención para mejorar la experiencia en dispositivos de gama baja.

5. Conclusiones

- La investigación demuestra que la aplicación móvil desarrollada cumple con sus objetivos de mejorar la memoria y la imaginación espacial, facilitando el aprendizaje a través de una interfaz lúdica y educativa.
- La integración de tecnologías como la realidad aumentada y los minijuegos atrae a los usuarios además los motiva a participar en un aprendizaje interactivo.
- Las diferencias en la usabilidad entre los grupos reflejan la necesidad de personalizar la experiencia según el perfil del usuario y el contexto educativo.
- Se sugiere implementar los cambios planificados durante la fase de mantenimiento, que incluye la incorporación de un módulo específico para docentes y la creación de un video explicativo.
- Sería recomendable explorar la posibilidad de extender la aplicación para incluir otros módulos educativos y temas de interés. Se podría incluir el desarrollo de contenidos para diversas áreas de conocimiento y niveles educativos.
- Se reafirma que una tecnología implementada en el aula no es tecnopedagogía sino se desarrolla mediante y en conjunto de la parte pedagógica.
- Se propone llevar a cabo una investigación que evalúe la retención a largo plazo de la información y el impacto continuo de la aplicación en el rendimiento cognitivo de los usuarios.

- Así mismo, sería benéfico realizar en diferentes contextos educativos y poblaciones para validar la eficacia de la aplicación a nivel general, mediante una instrumentación donde el investigador sea un observador y el profesor la adecue en su planeación.

6. Referencias y Bibliografía

- [1] Acosta, J. L., León, A. R., & Sanafria, W. G., (2022). Las aplicaciones móviles y su impacto en la sociedad. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 14(2), pp. 237-242. Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes. <https://tinyurl.com/mpfs4t46>.
- [2] Ausubel, D. *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF (1), pp. 1-10, 1983.
- [3] Benito, D., (2023.) *Metodología para la Implementación de Software Educativo basada en elementos tecnológicos y educativos centrados en el proceso enseñanza-aprendizaje*. Repositorio Institucional (RI), 181. Universidad Autónoma del Estado de México. <https://tinyurl.com/6np6bum6>.
- [4] Carrillo-Prieto, H., Morales-García, J., & Terroso-Sáenz, F., (2024). APR3NDE: apoyo al aprendizaje infantil mediante un videojuego de refuerzo educativo en Android. *Innovación Educativa*, (34), pp. 1–16. <https://doi.org/10.15304/ie.34.9515>.
- [5] Castillo, C. R. *Aplicación móvil para el aprendizaje de niños con déficit cognitivo*. Tesis de grado. Universidad Autónoma del Estado de México, 2025.
- [6] Durán, A., & Bernárdez, B. *Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software*. Informe Técnico LSI–2000–10. Sevilla, abril de 2002.
- [7] Durán, C, S., (2021). *Tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista: una revisión sistemática*. Innoeduca. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), pp. 107–121. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9771>.
- [8] Fiallo Moncayo, D. X., (2022). *La tecnopedagogía como factor para el desarrollo de la calidad académica*. *AlfaPublicaciones*, 4(1.1), pp. 78-93. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.142>.

- [9] Guerrero, V., Hernández, J., & Díaz, E., (2014). Modelo de diseño de Entornos de Aprendizaje. Los modelos tecnoeducativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI, primera, 256, Veracruz, México. <https://tinyurl.com/rrtpecj2>.
- [10] Gutiérrez Galera, L. H., (2023). Creatividad e innovación de las estrategias didácticas en la virtualidad, consideraciones para promover la motivación en los aprendientes. *UCV Hacer*, 12(1), pp. 83-92. <https://doi.org/10.18050/RevUCVHACER.v12n1a9>
- [11] Jonassen, D. H., (1999). Las computadoras como herramientas mentales para involucrar el pensamiento crítico y representar el conocimiento. *Semantic scholar*, pp. 1-14. <https://tinyurl.com/4s2dr7ua>.
- [12] López, M. M., Sánchez C. M., & Peirats, C. J., (2021). Los recursos educativos digitales en la atención a la diversidad en Educación Infantil. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(2), pp. 99–109. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i2.12256>.
- [13] Martínez-Garrido, C., (2018). Impacto del uso de los recursos tecnológicos en el rendimiento académico. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 4(2), pp. 138–149. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2018.v4i2.4956>
- [14] Murillo-Faustino, A. M., Pérez-Vertel, R. M., & García-Chontal, J. A., (2023). La tecnopedagogía en el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés en educación básica. *CIENCIAMATRIA*, 9(1), pp. 99-111. <https://doi.org/10.35381/cm.v9i1.1044>.
- [15] Palacios, R., & Ruiz, E. La educación en línea y la interacción en entornos virtuales. *Revista Internacional de Educación*, 11(3), pp. 75-89, 2020.
- [16] Reviriego, E., Bayón, Y. J. C., Gutiérrez, I. A., & Galnares-Cordero, L., (2022). Trastornos del espectro autista: evidencia científica sobre la detección, el diagnóstico y el tratamiento. Ministerio de Sanidad; Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco (OSTEBA). <https://tinyurl.com/4aynn55k>.