



Universidad Autónoma del Estado de México

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

**APLICACIÓN MÓVIL PARA EL APRENDIZAJE DE
NIÑOS CON DÉFICIT COGNITIVO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
*MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN***

P R E S E N T A

LIC. RAMIRO CASTILLO CONTRERAS

DIRECTORA

DRA. ANABELEM SOBERANES MARTÍN

CO-DIRECTORA

DRA. MAGALLY MARTÍNEZ REYES

TUTOR

DR. SAMUEL OLMOS PEÑA

VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO OCTUBRE 2024.



CUVCH

**APLICACIÓN MÓVIL PARA EL
APRENDIZAJE DE NIÑOS CON
DÉFICIT COGNITIVO**

Resumen

En esta investigación se analiza el tema del déficit cognitivo en niños de quinto y sexto grado de primaria, centrándose en el desarrollo de la percepción (imaginación espacial) y la inteligencia (memoria). Esta carencia de habilidades puede impactar negativamente en el rendimiento académico y la calidad de vida de los estudiantes. Además, se señala que los métodos tradicionales de enseñanza suelen ser poco interactivos y motivadores.

Para abordar estos desafíos, se diseñó una aplicación móvil educativa enfocada en ejercitar procesos cognitivos a través de actividades interactivas, como la realidad aumentada y minijuegos, que fomentan el aprendizaje. El objetivo principal fue desarrollar y evaluar la aplicación, buscando mejorar las habilidades cognitivas de los niños mediante un enfoque interdisciplinario. Se recomienda la implementación de herramientas educativas innovadoras que integren tecnología para potenciar la cognición en esta población.

La metodología incluyó un diseño tecnopedagógico detallado, con dos módulos en la aplicación: Uno para la memoria y otro para la imaginación espacial. El desarrollo siguió un enfoque iterativo que abarcó las fases de: Análisis de requerimientos, diseño, implementación y pruebas de rendimiento, educativas y de usabilidad. La aplicación fuevaluada en dos instituciones educativas del Estado de México, con una muestra de 68 niños y 5 docentes, utilizando cuestionarios para medir la retención de conocimientos y el desempeño.

Los resultados evidenciaron mejoras significativas en las puntuaciones de los juegos, el tiempo para finalización de las actividades y la precisión en la ejecución. Los niños mostraron un incremento en la retención de conocimientos a corto plazo, así mismo mejoras en la memoria y percepción espacial. La aplicación obtuvo una buena calificación de usabilidad, con una puntuación promedio aceptable según la Escala de Usabilidad de Sistemas (SUS, por sus siglas en inglés), y demostró un rendimiento adecuado en dispositivos de diversas gamas.

En conclusión, la aplicación móvil ha tenido un impacto positivo en el desarrollo cognitivo de los niños, mejorando sus habilidades de memoria y percepción espacial. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que indican que el uso de tecnologías móviles puede ser efectivo para abordar déficits cognitivos en entornos educativos. Se sugiere la inclusión de módulos adicionales y la realización de estudios longitudinales para evaluar la retención a largo plazo y efecto en el rendimiento académico.

Palabras clave: Déficit cognitivo, Aplicación móvil, Imaginación espacial, Memoria, Usabilidad

Abstract

This research addresses the issue of cognitive deficits in primary school children (fifth and sixth grades), particularly in the development of perception (spatial imagination) and intelligence (memory). These deficits can significantly impact academic performance and the quality of life for students. Furthermore, traditional methods may be limited in terms of interactivity and motivation. To mitigate these issues, an educational mobile application was designed to exercise these cognitive processes through activities that create an interactive and engaging experience, such as augmented reality and mini games that support the educational process.

The main objective was the development and evaluation of this application in improving children's cognitive skills through interdisciplinarity. This study highlights the need for innovative educational tools that integrate technology to enhance cognition in primary school children.

The methodology employed included a detailed techno pedagogical design, with the development of two main modules in the application: one for memory exercise and the other for spatial imagination. The development process followed an iterative approach that included phases of requirements analysis, design, implementation, and performance,

educational, and usability testing. The application was tested in two educational institutions in the State of Mexico with a sample of 68 children and 5 teachers, using questionnaires to evaluate knowledge retention and performance metrics.

The results showed significant improvements in game scores, time spent completing activities, and execution accuracy. Children exhibited an increase in short-term knowledge retention and improvements in memory and spatial perception. The application demonstrated good usability, with an acceptable average score according to the SUS test, and performance tests indicated adequate responsiveness on both low-end and high-end devices.

Therefore, it is concluded that the mobile application has had a positive impact on the cognitive development of children, enhancing their memory and spatial perception skills. These results are consistent with previous studies showing that mobile technologies can be effective in addressing cognitive deficits in educational settings. However, it is recommended to include additional modules and conduct longitudinal studies to assess long-term retention and the overall impact on academic performance.

Keywords: Cognitive deficit, Mobile Application, Spatial imagination, Memory, Usability

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Antecedentes.....	16
Imentia App profesional de estimulación cognitiva.....	17
Uso de aplicaciones móviles para la evaluación de la comprensión emocional en niños con dificultades del desarrollo	18
Aplicación Mate Sin Fronteras	20
1.2 Planteamiento del problema.....	26
1.3 Objetivos	27
General.....	27
Específicos.....	27
1.4 Hipótesis.....	27
1.5 Justificación.....	27
1.6 Delimitación y alcance.....	28
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	31
2.1. Marco teórico.....	32
2.1.1 El <i>smartphone</i> como herramienta cognitiva.....	32
2.1.2 Las aplicaciones móviles como herramienta tecnopedagógica	35
2.1.3 Realidad Aumentada (RA), Virtual (RV) y la gamificación aplicadas en la educación	38
Realidad Aumentada	38
Realidad Virtual.....	39
Gamificación	39
2.1.4 Las TIC en el aprendizaje	41
2.1.5 El constructivismo cognoscitivo	45
2.1.6 La cognición y el déficit cognitivo.....	48
2.2 Estado del Arte.....	50
3. METODOLOGÍA	56
3.1 Pre-desarrollo.....	57

Revisión de la literatura.....	57
3.2 Desarrollo.....	58
Investigación de campo	58
Investigación Aplicada	59
Metodología de software	59
3.4 Post-desarrollo.....	60
Investigación Descriptiva	60
4. RESULTADOS	62
4.1 Determinación de la metodología.....	63
4.2 Implementación de la metodología tecnopedagógica.....	66
Fase 1. Análisis tecnopedagógico	67
Fase 2. Diseño tecnopedagógico	70
Fase 3. Implementación.....	75
Fase 4. Pruebas.....	79
Fase 5. Mantenimiento funcional y educativo.....	86
4.3 Aspectos tecnopedagógicos.....	87
4.4 Análisis de resultados	89
5. CONCLUSIONES.....	92
Trabajos futuros.....	94
6. REFERENCIAS DE CONSULTA.....	96
ANEXOS	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pantallas de las diferentes categorías de Imentia.	17
Figura 2: Pantallas de los diferentes niveles de la aplicación.	18
Figura 3: Pantalla de los tipos de acomodación cognitiva.....	18
Figura 4: Pantalla de los seis diferentes tipos de emociones.....	19
Figura 5 y Figura 6: Niveles de la aplicación Emocionatest.	19
Figura 7: Pantalla inicial de Mate sin Fronteras.....	20
Figura 8: Pantalla del nivel 1, reactivo1.	21
Figura 9: Pantalla que muestra un ¡Bien hecho! Y se reproduce en sonido.	21
Figura 10: Pantalla del nivel dos.	21
Figura 11: Etapas del MCAE.	65
Figura 12: Distribución de la forma de trabajo en MCAE	65
Figura 13: Recursos humanos involucrados y la comunicación en el desarrollo del software.	66
Figura 14: Actividades que se pueden realizar en la aplicación.....	71
Figura 15: Módulos principales de la aplicación.....	72
Figura 16: Bosquejos diseñados con la herramienta Lucidchart.....	72
Figura 17: Bosquejos estáticos realizados en Android.	73
Figura 18: Mapa de navegación preliminar.	74
Figura 19: Diseño de interfaces finales.	74
Figura 20: Cuestionario compilador de conocimientos, avalado por la parte pedagógica. ...	82
Figura 21: Cuestionario adaptado para niños.....	84
Figura 22: Cuestionario adaptado a las profesoras.....	84
Figura 23: Alumnos de la escuela Torres Quintero del Grupo 5 A.	85
Figura 24: Alumnos de la escuela Torres Quintero del Grupo 5 B.....	85
Figura 25: Alumnos interactuando con la aplicación, escuela Paulo Freire 5 A y 6 A.	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los trastornos del neurodesarrollo.	49
Tabla 2. Entregable 1 planeación didáctica, la teoría pedagógica, metodología y evaluación.	67
Tabla 3: Entregable 2 requerimientos de la aplicación móvil,.....	68
Tabla 4: Entregable 2 continuación de los requerimientos de la aplicación móvil.	69
Tabla 5: Entregable 2 requerimientos de la aplicación móvil.....	69
Tabla 6: Entregable 2 requerimientos de la aplicación móvil.....	69
Tabla 7: Entregable 3 requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación móvil. 70	
Tabla 8: Pantalla principal.....	75
Tabla 9: Menú de contenido.....	76
Tabla 10: Módulo de inteligencia (memoria).	76
Tabla 11: Módulo de percepción.	76
Tabla 12: Módulo de ayuda.	77
Tabla 13: Pantalla para salir de la aplicación.	77
Tabla 14: Interfaces de la WebXR mediante la plataforma Glitch.	77
Tabla 15: Interfaces de los minijuegos en Glitch.	78
Tabla 16: Pruebas de rendimiento.	79
Tabla 17: Resultados de la prueba de rendimiento.	80
Tabla 18: Prueba educativa.....	80
Tabla 19: Resultados de las puntuaciones de los juegos.....	82
Tabla 20: Resultados del tiempo empleado en los juegos.....	82
Tabla 21: Resultados de la precisión en la ejecución de los juegos.....	83
Tabla 22: Resultados del cuestionario compilador de conocimientos.	83
Tabla 23: Prueba de usabilidad SUS.....	83
Tabla 24: Resultados de la prueba SUS.....	84
Tabla 25: Mantenimiento funcional	86
Tabla 26: Mantenimiento educativo.....	87
Tabla 27: Aspectos Pedagógicos, tecnológicos y Tecnopedagógicos.....	87

Tabla 28: Resultados de la t-student de la prueba uno (Primaria Paulo Freire).....	90
Tabla 29: Resultados de la t-student de la prueba dos (Primaria Grogorio Torres Quintero).	91

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se contextualiza el papel fundamental de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y su relevancia en el proceso del aprendizaje, especialmente a raíz de la pandemia de Covid-19. Asimismo, se analizan los posibles déficits de aprendizaje que esta crisis sanitaria ha generado en la educación básica. Se presenta la problemática que motiva esta investigación, junto con la justificación de la misma y se delinear los objetivos que se deben alcanzar para validar la hipótesis planteada.

1.1 Antecedentes

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) están siendo cada vez más integradas en el ámbito educativo. Estas tecnologías han dado lugar a nuevos paradigmas y modelos para la enseñanza aprendizaje, introduciendo conceptos derivados de diversas estrategias como el *e-learning*, *b-learning* y *m-learning*. El modelo *m-learning* ha evolucionado y ahora se conoce como *u-learning* (aprendizaje ubicuo), cuyo objetivo como su nombre lo indica, es facilitar el aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento.

Con el auge de las aplicaciones *móviles* y el uso masivo de los dispositivos portátiles, la incorporación de la tecnología se ha vuelto una estrategia viable en todos los niveles educativos (Vosloo, 2013). En este contexto, la pandemia de Covid-19 ha puesto de evidencia manifiesto varios factores que deben considerarse para la implementación de estos modelos. Sin embargo, también ha brindado la oportunidad de mejorar, adaptando los cambios necesarios a las nuevas exigencias de la enseñanza y el aprendizaje mediante el uso de las TIC.

Esta investigación se enfoca en responder a las nuevas necesidades del aprendizaje y al crecimiento de las aplicaciones móviles que estimulan el proceso cognitivo. Asimismo, busca integrar lo tecnológico con lo pedagógico para evitar ambigüedades. Por ello, los tópicos abordados se desarrollarán a partir de una didáctica fundamentada en la pedagogía, con el objetivo de maximizar los beneficios de las aplicaciones. Se implementará la realidad virtual en algunos ejercicios para hacer la experiencia más atractiva y vanguardista. A

continuación, se presentan ejemplos de aplicaciones que fomentan habilidades cognitivas, cada una destinadas a un sector específico y abordando diferentes problemáticas.

Imentia App profesional de estimulación cognitiva

Imentia es una aplicación española desarrollada por la empresa “mente ágil”. Se trata de una aplicación de estimulación cognitiva basada en una serie de ejercicios interactivos que entrenan distintas áreas cognitivas. Las sesiones de estimulación cognitiva trabajan todas las áreas neurocognitivas, incluyendo memoria, orientación, lenguaje, atención, razonamiento, gnosias, praxias, funciones ejecutivas y comprensión, según la información proporcionada en la página oficial de la aplicación (Imentia, 2022). Sus desarrolladores recomiendan su uso para personas con Alzheimer. Cada área de trabajo cuenta con hasta seis niveles de complejidad (véase figura 1 y 2). La aplicación también incluye dos módulos específicos: 1) Imentia Pro: Orientado a deterioros cognitivos en personas profesionales. 2) Imentia *Family*: Dirigido a usuarios particulares para ejercitar las funciones cognitivas y prevenir déficits o deterioros cognitivos, según sus desarrolladores (Gil, 2022).



Figura 1: Pantallas de las diferentes categorías de Imentia.
Fuente: Obtenidas de <https://www.imentia.com/>, 2022.

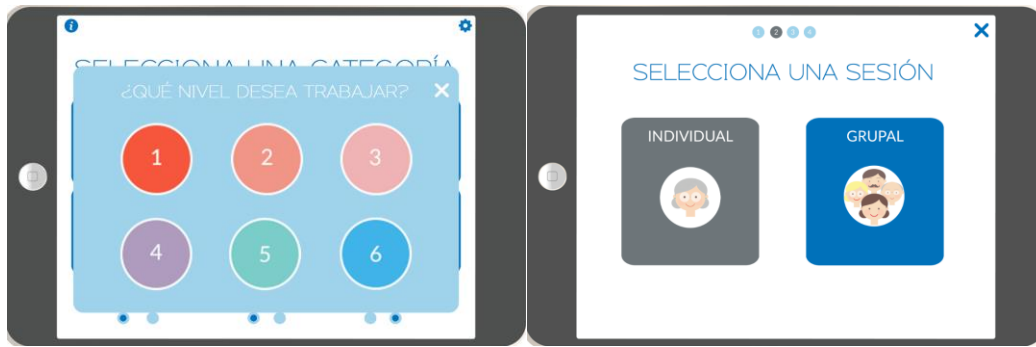


Figura 2: Pantallas de los diferentes niveles de la aplicación.
Fuente: Obtenidas de <https://www.imentia.com/>, 2022

La aplicación evalúa el posible deterioro cognitivo a través de una prueba, lo que permite generar actividades y niveles personalizados para el usuario. Como se muestra en la figura 3, se puede escoger entre dos opciones de prueba: la primera tiene como objetivo crear un ambiente personalizado para el usuario, mientras que la segunda evalúa el grado de deterioro o déficit cognitivo, situando a la persona en un algún nivel.



Figura 3: Pantalla de los tipos de acomodación cognitiva.
Fuente: Obtenidas de <https://www.imentia.com/>, 2022

Uso de aplicaciones móviles para la evaluación de la comprensión emocional en niños con dificultades del desarrollo

Según Roqueta, Benedito & Izquierdo (2017), se ha desarrollado una aplicación móvil para evaluar la competencia emocional para niños con trastornos del desarrollo de edad escolar (véase figura 4). La aplicación tiene 5 niveles de dificultad basados en los estadios evolutivos

del desarrollo emocional: 1) Reconocimiento de expresiones faciales, 2) Construcción de expresiones faciales, 3) Identificación de emociones a partir de situaciones comunes, 4) Reconocimiento de emociones basadas en experiencias cognitivas, 5) Reconocimiento de emociones ocultas.

En las figuras 5 y 6 se muestran ejemplos de dos niveles de la aplicación. Esta app se encontraba en fase experimental al momento de consultarla y fue diseñada por investigadores de la Universidad Jaume I de Castellón. Se realizó una prueba piloto de la aplicación con grupos clínicos que incluían niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) y Dificultades de Aprendizaje (DA), hallando diferencias cuantitativas y cualitativas entre los tres grupos (Nobbot, 2023).



Figura 4: Pantalla de los seis diferentes tipos de emociones.
Fuente: Obtenida de <https://www.nobbot.com/emocionatest-autismo/>, 2023

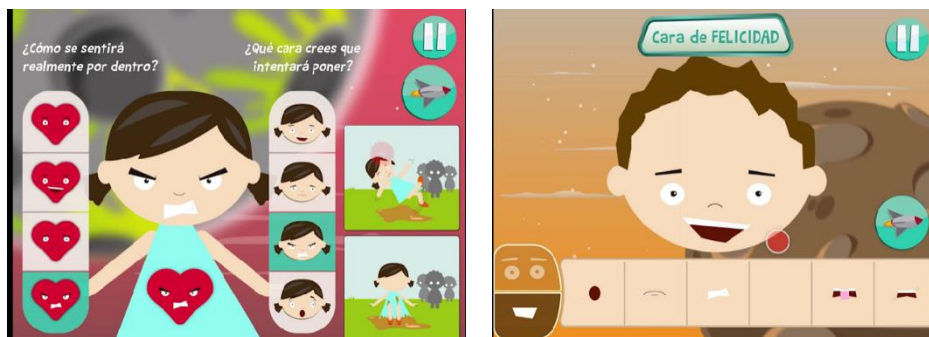


Figura 5 y Figura 6: Niveles de la aplicación Emocionatest.
Obtenida de <https://www.nobbot.com/emocionatest-autismo/>, 2023

Aplicación Mate Sin Fronteras

Es una aplicación de apoyo para la enseñanza de matemáticas (aritmética básica) dirigida a niños de cuatro a ocho años con Síndrome de *Down*, utilizando la terapia ABA. Esta aplicación móvil fue diseñada en la Universidad Autónoma de México, en el Centro Universitario Valle de Chalco, durante el verano del 2022, como parte de una estancia del alumno Elías Muñoz Primero del Instituto Politécnico Nacional (IPN), bajo la tutoría de la Dra. Anabelem Soberanes Martín.

Mate sin fronteras permite realizar un seguimiento del progreso de los niños a través de un tutor que registra la evolución en cada sesión (véase figura 7). El enfoque pedagógico de este sistema se centra en la aritmética, adaptándose a las necesidades específicas de la población a la que está destinada.

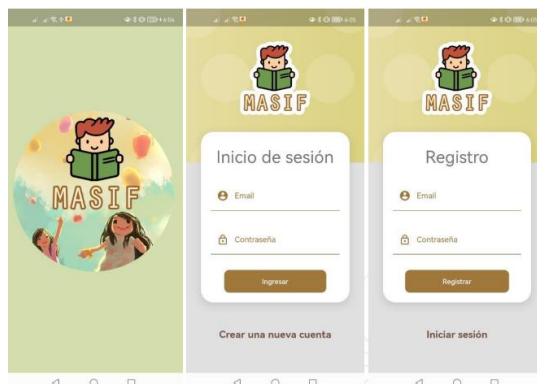


Figura 7: Pantalla inicial de Mate sin Fronteras.
Fuente: Obtenida del trabajo de estancia de verano de Muñoz, 2022.

Los niveles o actividades del área pedagógica han sido diseñados específicamente para niños con Síndrome de *Down*. Como se puede observar en la figura 8, se utilizan recursos visuales para mejorar la atención del infante, complementados con una variedad de sonidos que enriquecen la experiencia de aprendizaje.



Figura 8: Pantalla del nivel 1, reactivo1.
Fuente: Obtenida del trabajo de estancia de verano de Muñoz, 2022.

En la figura 9 y 10 se observa cómo la aplicación Mate Sin Fronteras presenta una progresión en la complejidad de los niveles a medida que el usuario avanza en el aprendizaje de la aritmética básica.



Figura 9: Pantalla que muestra un ¡Bien hecho! Y se reproduce en sonido.
Fuente: Obtenida de Muñoz, 2022.

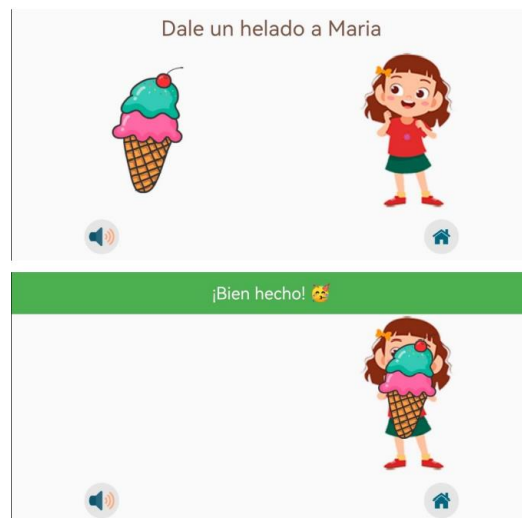


Figura 10: Pantalla del nivel dos.
Fuente: Obtenida de Muñoz, 2022.

Los ejemplos anteriores ilustran aplicaciones de estimulación cognitiva dirigidas a población específicas, abordando problemas concretos. Sin embargo, solo una de estas aplicaciones menciona la pedagogía en su proceso de desarrollo, lo que permite fortalecer de manera significativa el proceso cognitivo. Por otro lado, la mayoría de las aplicaciones están diseñadas para el público en general, lo que resalta la necesidad de crear más herramientas dirigidas a este sector de la población. Además, existe un problema más amplio relacionado con la enseñanza en las aulas, que se detalla a continuación, centrándose en el impacto del aprendizaje actual ocasionado por la pandemia del Covid-19 y cómo las TIC pueden mitigar estos efectos, ofreciendo alternativas para el aprendizaje en niños con déficit cognitivo.

Según la UNICEF (2020), más de 50 millones de niños padecen emaciación, la forma más peligrosa de malnutrición. Se estima que este número aumentó en nueve millones más en el 2021 debido a la pandemia. Además, el número de niños que trabajaban alcanzó los 160 millones en todo el mundo, lo que representa un aumento de 8.4 millones de niños entre 2019 y 2022. También se estima que se llevaron a cabo hasta 10 millones de matrimonios infantiles adicionales antes del 2020, como consecuencia de la crisis generada por la pandemia de Covid-19.

Las escuelas cerraron, lo que resultó en la pérdida del 50% de las horas clase normalmente previstas para el año escolar 2019. Esta cifra aumentó en el siguiente año, alcanzando un 90% de escuelas cerradas en su totalidad para marzo del 2020 a nivel mundial. América Latina y el Caribe fueron particular afectadas, con un 80% del tiempo sin poder asistir a la escuela de manera presencial (UNICEF, 2021).

El Banco Mundial (BM) informó en 2021 que la pandemia del Covid-19 provocó un retroceso educativo a nivel mundial, siendo América Latina y el Caribe la más afectada en el ámbito de la educación básica. Esto resultó en el cierre total o parcial de escuelas en todos los niveles educativos, afectando a más de 170 millones de estudiantes en la región. Para mitigar este rezago, se implementaron clases a distancia o virtuales, que, aunque fueron una solución temporal, dejaron a muchos niños fuera del proceso de aprendizaje debido a la falta de acceso a la tecnología. Esta situación es aún más crítica para los alumnos con problemas

de aprendizaje o déficit cognitivo, así como para aquellos con discapacidad intelectual, quienes no recibieron la atención pedagógica adecuada. Además, el encierro masivo generó trastornos como la ansiedad y la hiperactividad, lo que contribuyó a una “pobreza de aprendizaje”. Al final de la educación primaria, se estima que el rendimiento de los estudiantes se redujo en más del 20% (Banco Mundial, 2021).

Cada año, el Banco Mundial publica un informe de desarrollo mundial centrado en un tema específico. En 2018, el informe se dedicó por completo a la educación, abordando la necesidad de que esta sea inclusiva y no se limite a variables económicas. El Informe explora cuatro temas principales que, según el Banco Mundial (2018), deben cumplirse para garantizar una educación para todos:

- La promesa de la educación: La educación como herramienta para erradicar la pobreza y hacer prosperar a las personas, mediante políticas públicas efectivas tanto dentro como fuera del sistema educativo.
- La crisis del aprendizaje: Aunque la educación es cada vez más accesible, muchos niños abandonan la escuela sin adquirir las competencias laborales. Además, las mediciones de aprendizaje en países en vías de desarrollo siguen estando por debajo de lo esperado.
- Intervenciones prometedoras para mejorar el aprendizaje: La investigación en áreas como la neurociencia, las innovaciones pedagógicas y la gestión escolar han identificado intervenciones que promueven el aprendizaje, asegurando que los alumnos estén preparados, los maestros capacitados y motivados, y que se cuente con insumos que fortalezcan la relación maestro-alumno.
- Aprendizaje a escala: Lograr un aprendizaje efectivo requiere más que el esfuerzo de las autoridades competentes; es necesario superar barreras técnicas y políticas mediante mediciones que mejoren la enseñanza y el aprendizaje.

Incluso antes de la pandemia de Covid-19, el mundo enfrentaba una crisis de aprendizaje, según el Banco Mundial (2018). Más de 258 millones de niños y jóvenes en edad de asistir a

la educación primaria y secundaria no lo hacían, y la baja calidad de la escolarización significó que muchos de los que estaban en la escuela aprendieran por debajo de lo mínimo esperado. El aprendizaje en los países pobres fue del 53%, lo que significa que más de la mitad de todos los niños de 10 años no poseían una comprensión lectora acorde a su edad. Peor aún, la crisis no se distribuyó equitativamente; los niños y jóvenes de países pobres tuvieron el peor acceso a la enseñanza, lo que resultó en los porcentajes más altos de deserción escolar y los mayores déficits de aprendizaje. Todo esto significa que el mundo ya estaba muy lejos de cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, que compromete a todas las naciones a garantizar que, entre otras metas ambiciosas, todos los niños completen la educación básica gratuita, equitativa y de calidad. La pandemia de Covid-19 empeoró aún más los resultados educativos.

El daño podrá ser aún más severo a medida que la pandemia se vaya controlando y se traduzca en un problema económico por el endeudamiento de las economías más pobres. Sin embargo, es posible contrarrestar esos choques y convertir la crisis en oportunidad. El primer paso es reducir el daño del aprendizaje causado por el cierre de las escuelas, protegiendo la salud, la seguridad y haciendo lo que puedan para prevenir la pérdida de aprendizaje de los estudiantes, mediante la enseñanza con ayuda de las tecnologías educativas y de comunicación. Al mismo tiempo, los países deben comenzar a planificar la reapertura de las escuelas, previniendo la deserción escolar, garantizando condiciones escolares saludables y usando nuevas técnicas para promover una rápida recuperación del aprendizaje en áreas clave una vez que los estudiantes regresen al aula. A medida que el sistema escolar se estabilice los países pueden utilizar el enfoque y la innovación del período de recuperación para "reconstruir mejor", no replicando las fallas de los sistemas pre-Covid-19, sino construir hacia sistemas mejorados y aprendizaje acelerado para todos los estudiantes (Banco Mundial, 2020). Una de estas claves es la tecnología, que permite una educación complementaria o inclusiva a la que cualquier persona puede acceder mediante un dispositivo móvil, repasando los mismos temas las veces necesarias y haciendo ejercicios repetidamente para fortalecer el proceso cognitivo.

El panorama general del aprendizaje ocasionado por el Covid-19 es un déficit tecnológico en los países menos desarrollados. La pregunta a responder por parte de la

UNICEF (2021), el Banco Mundial (2021) y otras organizaciones es cómo se mitigará el rezago educativo en estos lugares. Si bien se deben hacer políticas públicas que generen un mejor bienestar educativo, incluyendo a niños que por alguna razón tiene algún trastorno de aprendizaje o déficit cognitivo y que no tienen acceso a un tratamiento adecuado, o que, si lo tienen, quieren complementarlo para mejorar sus problemas de lectura, escritura, cálculo, memoria, razonamiento, entre otros. Estos son problemas tratables que, con herramientas a su disposición, pueden mitigar su déficit cognitivo.

Según Fonseca & Fournieret (2019), en su libro “Niños con problemas de aprendizaje”, mencionan que, saber qué es un trastorno de aprendizaje no es reciente, y se han formulado muchas propuestas, entre ellas la mención de diversos déficits cognitivos. Sin embargo, cabe señalar que las respuestas a estos síntomas no son correctas para todos los individuos, por lo que plantean evaluar de forma metódica y sistemática para determinar cuáles son las acertadas.

La problemática de déficit cognitivo surge de varios factores evolutivos, socioculturales del entorno y biológicos, como la falta de zinc en mujeres embarazadas y menores de 18 años, que se notificó por primera vez en Egipto durante los años sesenta. El fenómeno se presentaba en adolescentes del sexo masculino con enanismo nutricio y se caracterizaba por retraso muy importante en el crecimiento y en la maduración sexual. Posteriormente, se hicieron estudios demostrando que los afectados respondían favorablemente al tratamiento con zinc (Rosado, 2018). En su déficit, se encuentran alteradas las funciones neuropsicológicas, el desarrollo motor y de la actividad, interfiriendo con el desarrollo cognitivo, de ahí la importancia del zinc en el embarazo y los primeros años de vida del niño.

Los factores que pueden afectar el desarrollo cognitivo se dividen en dos: Los genéticos, como la falta de zinc en el embarazo o la ingestión de drogas y alcohol de los padres, entre otras, y los socioculturales. Los estudios sobre las relaciones entre la pobreza y las habilidades cognitivas tienen más de setenta años de historia (Bradley & Corwyn, 2002). Desde las investigaciones iniciales, los planteamientos se centraron en la influencia de las

condiciones ambientales sobre los indicadores de pruebas cognitivas, específicamente el Cociente Intelectual (CI). Diversos estudios (Brooks & Duncan 1997; McLloyd, 1998; Contini, 2000) encontraron una disminución del CI en un rango de 6 a 25 puntos, sobre todo en pruebas verbales, en niños de contextos empobrecidos.

La problemática de la enseñanza y el aprendizaje en tiempos de Covid-19, los problemas socioculturales y biológicos con los que cuentan los niños ya sean con o sin déficit cognitivo, poseen un déficit de aprendizaje que debe ser atendido. La falta de diagnósticos a temprana edad deja vulnerables a que este padecimiento aumente a lo largo de su vida académica y, por ende, una deserción escolar, sin ni siquiera contar con las habilidades necesarias para una vida laboral estable, como lo mencionaba el banco mundial (2021). Por eso, el desarrollo de aplicaciones específicas para este sector de la población debe fortalecerse, implementar la pedagogía en la elaboración de software educativo con un enfoque didáctico o psicopedagógico, se podrían lograr mejores resultados y desarrollando productos tecnopedagógicos acordes a la problemática que se atiende.

1.2 Planteamiento del problema

El desarrollo de aplicaciones para la ejercitación cognitiva actualmente es muy variado, se crean para atender de manera genérica la falta de aprendizaje, de memoria, concentración o cualquier otro problema referente con la cognición; además, los contenidos pueden o no tener un respaldo acorde a su edad o didáctica, son muy pocas las aplicaciones que mencionan en su descripción que utilizaron algún experto o metodología educativa en el desarrollo de los módulos de ejercitación de algún padecimiento y son más las que utilizan una prueba para determinar los niveles a los cuales tendrán acceso dentro de esta; es decir, se centran más en el diagnóstico, es por eso que esta investigación pretender responder los siguiente ¿Qué aspectos pedagógicos y tecnológicos son necesarios en el desarrollo de una aplicación educativa para ser considerada tecnopedagógica, en la ejercitación de la cognición de la percepción e inteligencia (memoria), en niños de la fase 5 de la nueva escuela mexicana?

1.3 Objetivos

General

Desarrollar una aplicación móvil mediante una metodología de software que incorpore los aspectos tecnopedagógicos para la ejercitación del déficit cognitivo (percepción y memoria).

Específicos

- Analizar las teorías del desarrollo cognitivo, así como los paradigmas educativos que implementan las TIC para el diseño instruccional de aprendizaje.
- Analizar a los teléfonos inteligentes como herramientas educativas.
- Analizar como ejercitar el proceso cognitivo mediante una pedagogía adecuada para incorporarse de manera significativa en la aplicación.
- Implementar una metodología software que incorpore a la pedagogía en el diseño de las aplicaciones educativas.
- Desarrollar una aplicación con didácticas que ejerciten la memoria y la percepción.
- Aplicar una prueba de usabilidad en niños de nivel básico (primaria).

1.4 Hipótesis

Si se desarrolla la aplicación móvil mediante una metodología que vincule las dos disciplinas (TIC y Pedagogía), entonces, se obtendrá una herramienta educativa para ejercitar el proceso cognitivo, específicamente la percepción y la inteligencia (memoria).

1.5 Justificación

El auge de las aplicaciones móviles son una tendencia en las generaciones digitales, los usuarios cada día demandan más aplicaciones con algún tema específico, lo que, ha impulsado

el uso del *Smartphone* por hacer sentir al usuario la sensación de permanecer conectado con el mundo digital. Es por eso, que las aplicaciones bien utilizadas aligeran el trabajo, la comunicación, aportan entretenimiento y acceso a la información (Cárdenas & Cáceres, 2019). De manera que se pueden utilizar para la educación, con el surgimiento del modelo *u-learning* la factibilidad aumenta.

Una aplicación móvil, que es desarrollada para la educación debe tener fundamentos teóricos o respaldos pedagógicos, lo que significa que será de utilidad al estudiante, dará resultados concretos y permitirá fortalecer el modelo ubicuo de manera efectiva. Las aplicaciones móviles son recursos tecnológicos que pueden llegar a muchos alumnos a la vez, pueden ser utilizados las veces necesarias con la comodidad de estar en cualquier lugar y si le agregamos que muchos de los niños ya cuentan con su propio dispositivo móvil, lo hace aún más factible.

Las aplicaciones que existen en el mercado son buenas, pero carecen de un sentido común, los desarrolladores hacen estas aplicaciones para el público en general. Por eso se debe implementar la tecnología de la mano de la pedagogía para garantizar que la aplicación sea desarrollada específicamente para este sector de la población. Generar una aplicación acorde a la edad y a la problemática que se está atendiendo es la finalidad de esta investigación.

Los avances tecnológicos permiten desarrollar aplicaciones de bajo costo, con resultados generosos, por eso, también se implementará la realidad aumentada como parte del aprendizaje cognitivo. Esto con la finalidad de atraer la atención y generando un interés por aprender por medio de una aplicación de vanguardia.

1.6 Delimitación y alcance

El proyecto de investigación desarrollado necesito de la elaboración de una aplicación móvil, la cual fue desarrollada mediante una metodología de software educativa que contempla en

sus etapas la colaboración directa con la pedagogía, con el fin de auxiliar a los docentes del nivel básico que conforma el quinto nivel en la nueva escuela mexicana; es decir, a los niños de quinto y sexto grado de primaria (pero solo se tomarán en cuenta a los alumnos de quinto grado o que tengan 11 años cumplidos), esta misma deberá ser gratuita.

La aplicación móvil “imaginando el futuro” tiene el propósito de auxiliar en el aprendizaje de niños con déficit en percepción e Inteligencia (memoria), mediante la utilización de juegos didácticos, material audiovisual y la realidad aumentada, todos estos elementos fueron aprobados desde el enfoque pedagógico.

En el ámbito de la percepción se utilizaron objetos en tres dimensiones y realidad aumentada, con la finalidad de ejercitar su imaginación espacial, su sentido de orientación, volúmenes y posicionamiento. En cuanto a la memoria, se utilizan los juegos como recurso de la ejercitación de esta. Se pretende que el alumno reactive los conocimientos previos para un mejor aprendizaje y formación de nuevos esquemas. La aplicación móvil puede visualizarse en *smartphones* y *tablets* en el sistema operativo Android, aunque puede utilizarse también en computadoras de escritorio con la ayuda de un emulador.

La aplicación móvil contiene dos módulos uno para percepción y otro para memoria, cada uno con 4 actividades graduales en dificultad, todos los ejercicios, dinámicas y contenido será evaluado y aceptado por un experto en pedagogía, ya que deben cumplir con los conocimientos previos del alumno y ser acorde a su edad, según lo marca la nueva escuela mexicana en plan de estudios sintético 2022 (SEP, 2022). Para esto se llevó un registro en minutos, con la orden del día y los resultados obtenidos, los cuales son establecidos en la metodología escogida.

Como se pudo observar en este capítulo uno se fundamentó la idea de investigación, en el capítulo dos se describen los conceptos y teorías que sustentan este trabajo de investigación, así como de los trabajos de la misma temática o estructura con el fin de tener un mejor contexto del problema a resolver, en el capítulo tres se establece la metodología

implementada si como las herramientas e instrumentos utilizados y por último en el capítulo cuatro se describen los resultados obtenidos.

En el siguiente capítulo se presenta la fundamentación teórica de lo expuesto en este apartado. Además, se incluyen las investigaciones realizadas sobre el tema, lo que demuestra la preocupación e interés por seguir generando conocimiento e innovación en torno a esta problemática.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se pone en contexto los tres principales conceptos de la investigación. Desde, como hacer, que el dispositivo móvil (*smartphone*) más utilizado en el mundo, se convierta en el medio para el diseño del aprendizaje mediante la incorporación de un producto tecnopedagógico (aplicación), surgiendo una sinergia que ayudará a resolver una problemática del aprendizaje en edad temprana. Por último, se habla sobre el desarrollo de otras aplicaciones o investigaciones que pretenden auxiliar el mismo problema.

2.1. Marco teórico

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son una herramienta clave como medio de enseñanza en las aulas, les cambia su rendimiento y motivación a los alumnos (Rodríguez, del Castillo & Arteaga, 2021). Además, el uso del *smartphone* en la vida cotidiana desde la perspectiva de ocio y trabajo se volvieron vitales, en el ámbito educativo antes de la pandemia ya se pensaba que serían los canales de información e innovación más importantes (López & Silva 2016); sin embargo, durante y después de este virus el uso de la tecnología en la educación se aceleró unos diez años hablando solamente de habituarnos al uso de la misma en el aula (en este caso desde casa), por lo que salieron a la luz, la falta de alfabetización digital de la población, asimismo, adaptar los modelos educativos para su implementación (Rodríguez, 2021), uno de ellos es el modelo tecnopedagógico que incorpora las dos disciplinas para el desarrollo de tecnología educativa.

2.1.1 El *smartphone* como herramienta cognitiva

La educación a través de la historia ha utilizado herramientas que han generado cambios significativos. Desde la creación de la escritura, hasta el típico pizarrón y tiza o pintarrón, que se utilizan en nuestros días. Estas herramientas, en su momento fueron consideradas la tecnología de su época. En la actualidad las herramientas educativas están en una transformación constante desde el surgimiento de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Este contexto concuerda con los autores Olivar, Anderson, & Daza

(2007), según ellos, "...la sociedad en pocos años pasaría de una sociedad bien informada a una sociedad más formada..." (pág., 3), no solo en el ámbito educativo, sino en el profesional y cultural.

En el ámbito laboral la tecnología permitió trabajar desde casa, aceleró las compras en línea, las plataformas *streaming* lograron estas últimas posicionarse en el mercado de entretenimiento desde el inicio del confinamiento (Lázaro, 2020), en la educación las clases virtuales o a distancia sustituyeron los salones de clase, las plataformas en línea y las páginas que permiten la interacción en tiempo real fueron empleadas como herramientas educativas. Esta situación inesperada fue mejor manejada en la educación superior, que contaba con diferentes cursos a distancia o virtuales, en algunos casos tenían la infraestructura y docentes capacitados para esta situación, mientras que en la educación básica surgieron las carencias tanto tecnológicas como pedagógicas, poder sustituir el salón de clase por una pantalla, convertir cada hogar en escuela, para muchos fue una tarea difícil, la falta de tecnología y el uso de la misma, aunado a la falta de estrategias didácticas para el correcto uso de las mismas, causaron un desequilibrio en el aprendizaje de los niños (Salas, 2021; Flores, 2021).

El escenario de las TIC en la educación desde antes de la pandemia ya era fundamental en el aprendizaje, hacerla el medio y no el fin, es el reto al que se enfrenta la educación en México. Según Jonassen (1999), la tecnología se ha utilizado solo para transmitir el conocimiento, tal como lo hace el modelo conductista, lo cual no es apropiado para obtener un aprendizaje significativo. De acuerdo con esta afirmación los alumnos deben involucrarse en la construcción de su aprendizaje, ya que los nuevos paradigmas educativos centran al alumno como el principal eje, ahora los alumnos deben involucrarse en la construcción de su aprendizaje, utilizando las TIC para el diseño de su propio conocimiento, de esta manera, se convierten en una extensión de la mente, pasando de ser solo tecnología a una herramienta cognitiva.

Las herramientas cognitivas son herramientas culturales (el conocimiento o avance tecnológico y científico del momento) que ayudan a desarrollar las habilidades del pensamiento para el diseño del aprendizaje. En este contexto, las herramientas cognitivas son

cualquier medio que ayude a construir el aprendizaje significativo. Las herramientas culturales que a lo largo de la historia han existido, cuando fueron aprendidas por el individuo se convirtieron en una herramienta cognitiva. Si se considera esta afirmación, en esta era digital donde las nuevas generaciones interactúan con los dispositivos electrónicos de manera natural. Cualquier tecnología que pueda ayudar al diseño y construcción del aprendizaje, se podrá considerar una herramienta cognitiva (Egan & Judson, 2018).

Entonces si se utilizan las TIC en una combinación con el internet para el aprendizaje surgen términos como el que en una traducción literal del *e-learning* es “aprendizaje electrónico”, refiriéndose al proceso de enseñanza aprendizaje por medio de dispositivos electrónicos con el uso de internet (Area & Adell, 2009).

El *e-learning* surge con el auge del internet y la necesidad de adaptación del individuo con su cultura social en este caso cultura digital. El aprendizaje electrónico ha evolucionado constantemente de la mano de la tecnología y el auge de las aplicaciones móviles. Naciendo concepto como *m-learning* o aprendizaje móvil. Este concepto es definido para designar a la interacción entre los dispositivos móviles y el internet, con el fin de utilizarlo en la enseñanza aprendizaje en la educación formal e informal (Area & Adell, 2009).

Asimismo, se presenta al *m-learning* como la utilización de un dispositivo portátil para el aprendizaje. La tecnología móvil más utilizado en nuestros días es el *smartphone*, según The Competitive Intelligence Unit (2023), a fines del 2022 existían 137.2 millones de líneas, 6.7% más que el año anterior, tomando como referencia el censo nacional de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), en México viven 126 millones de habitantes, por lo cual, en el 2021, se podía afirmar que existían más líneas telefónicas que personas, con un 92.7% que pertenece a teléfonos inteligentes o *smartphones* (The Competitive Intelligence Unit, 2023).

Con la evolución del *smartphone* desde su llegada al mercado en el 2008 y dadas la ubicuidad y la rápida expansión de las capacidades de los dispositivos móviles, según Vosloo (2013), existe desde hace dos décadas el interés de crear un proyecto para facilitar la utilización

de los celulares inteligentes en la enseñanza aprendizaje y así poder cumplir con sus objetivos de la Educación Para Todos (EPT) de la UNESCO, acuerdo hecho por 164 países en el año 2000 y que se ratificó en el 2013, con vísperas a lograrse en el año 2030.

De manera que mediante estrategias pedagógicas puede utilizarse para la creación de conocimiento y así formar parte de las herramientas cognitivas. Una de las estrategias surge con el concepto *u-learning* o aprendizaje ubicuo, el cual rompe con la limitación de tiempo y espacio, de ahí su eslogan que es utilizado en muchas de las definiciones de este modelo: el aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar (Peña & Escudero, 2020). Si se puede adquirir conocimiento en cualquier momento, debe existir una disponibilidad de información digital que satisfaga la necesidad del usuario, hablando de redes sociales, una página *web* o plataformas, libros electrónicos, plataformas educativas, entre otros, así como distintas aplicaciones. Las aplicaciones o Apps son diseñadas para *smartphone* en su mayoría, este tipo de *software* surge como el resultado de la demanda de contenido específico para facilitar la interacción del usuario con el móvil (López & Silva, 2016).

2.1.2 Las aplicaciones móviles como herramienta tecnopedagógica

Una aplicación móvil es aquella que permite al usuario realizar tareas, así como la búsqueda de información de cualquier tipo (profesional, educativo, ocio, entre otros) por su versatilidad y eficiencia, facilita el acceso más rápido y sencillo a la información desde cualquier lugar. Además, estas aplicaciones utilizan las características del *smartphone* para poder utilizar todo su potencial, esto quiere decir que las gamas de los celulares influyen en la usabilidad de la aplicación, por lo cual los desarrolladores deben hacer diferentes versiones o solo destinarla a ciertas características para su mejor desempeño, se debe tomar en cuenta a quien va dirigido (Maidana, Galain & Mariño, 2017; León & Sanafria, 2022). En este sentido al realizar una aplicación con uso didáctico la pedagogía debe ser parte del proceso de desarrollo, las aplicaciones educativas deben tener un contexto tecnopedagógico, pero es necesario no confundir modelo con dispositivo tecnopedagógico.

El modelo tecnopedagógico se emplea con la necesidad de generar propuestas de gestión pedagógica y tecnológica en múltiples situaciones, por ejemplo, en los procesos de aprendizaje de manera flexible y recursiva, ya sea de forma virtual y presencial, un modelo debe ser integral con todas las disciplinas que se requieran, debe ser incluyente en los paradigmas educativos, debe favorecer la construcción colaborativa entre profesores y alumnos, en su funcionamiento y sus relaciones se requiere flexibilidad, adaptabilidad. Además, de modificable y combinable, debe incluir subprocesos, debe poder ser adaptable a otros procesos para ampliar su alcance. En cambio, un dispositivo tecnopedagógico está representado por herramientas socioculturales derivados de propuestas educativas específicas que integran las TIC, estas deben ser gestionadas por un modelo educativo hacia el logro de intenciones pedagógicas (Teliz, 2020). A partir de esta definición se puede observar que los modelos tecnopedagógicos gestionan y los productos tecnopedagógicos son creados o adaptados de manera que sean el medio para la enseñanza aprendizaje mediante un paradigma educativo, el cual será escogido por quien gestiona el aprendizaje.

Un dispositivo es un elemento digital que coadyuva por sí solo y junto con otros a la realización de múltiples tareas formativas de mayor complejidad, tanto en contextos presenciales como virtuales. Podría decirse que un ambiente, curso, objeto, entorno o cualquier otro elemento digital que integre tecnología, pedagogía y didáctica. Además, de cumplir con las características anteriores, es un dispositivo tecnopedagógico (Teliz, 2020).

Una aplicación o Apps es un elemento digital que debe ser considerado un producto tecnopedagógico, siempre y cuando sea gestionado por un profesor (pedagogía). Para Villalonga & Marta (2015), las aplicaciones móviles facilitan el uso del *smartphone*, por lo cual una aplicación debe ser sencilla, accesible, funcional, con un diseño atractivo y una temática única. Además, desde el punto de vista tecnopedagógico, a estas características es necesario añadir aquellos aspectos que pueden ayudar a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, los cuales son aportados por quien gestione el modelo de enseñanza. El *smartphone*, de ser un dispositivo electrónico, al utilizarse como un medio de enseñanza aprendizaje se convertirá en un dispositivo tecnopedagógico.

Bajo este contexto se observa que una herramienta cognitiva es parte del aprendizaje de cualquier paradigma educativo, estas herramientas como ya se mencionó al principio de este capítulo (Olivar, Anderson, & Daza, 2007), son el resultado de los avances culturales, sociales y científicos que se han utilizado para el diseño del conocimiento, pero solo cuando el alumno logre utilizar estratégicamente de manera pedagógica, dicha tecnología se convierte en un dispositivo tecnopedagógico (Teliz, 2020). Con esto, las herramientas cognitivas, deben ser usadas como complementos al estudio, ya que debe haber un profesor evaluando e instruyendo el uso correcto de los dispositivos electrónicos y digitales, hasta que el alumno domine el diseño instruccional del aprendizaje.

Pero la introducción de las aplicaciones a la educación no ha sido fácil, no es solo desarrollar la tecnología y ponerla a disposición de profesores y alumnos, de acuerdo con la UNESCO desde el 2011, la falta de capacitación de los docentes para incorporar los *smartphone* a la enseñanza, la preocupación por los datos y la seguridad de la información, han retrasado la adaptación de las TIC en educación básica, si además, se agrega el desinterés de los docentes y padres de familia, por cuestiones tecnológicas y pedagógicas que existieron en aquellos años y que no se atendieron hizo que el retraso con la llegada de la pandemia del Covid-19 sacara a la luz la falta de infraestructura tecnológica y las estrategias pedagógicas necesarias en los niveles básicos educativos en México. Pero se pueden convertir en oportunidades para evolucionar de la mano, estos cambios se deben adaptar a la nueva normalidad, la tecnología debe ser el medio y no el fin de la educación formal e informal, un ejemplo, es el modelo educativo tecnopedagógico que es la combinación de las estrategias pedagógicas con la tecnología necesaria para crear un aprendizaje significativo (Gámez, 2014). Estos conceptos o modelos de aprendizaje pueden combinarse de manera efectiva mediante estrategias pedagógicas que diseñen un sistema instruccional como el paradigma constructivista por poner un ejemplo, en este contexto la tecnología brinda herramientas didácticas como la realidad virtual y aumentada muy utilizadas actualmente.

2.1.3 Realidad Aumentada (RA), Virtual (RV) y la gamificación aplicadas en la educación

Las tecnologías, a partir de la pandemia, aumentaron su tendencia educativa, el uso de la realidad virtual y aumentada para la enseñanza-aprendizaje, así como la gamificación, son estrategias utilizadas en las investigaciones recientes; es decir, que se implementan de manera interdisciplinar con el fin de lograr mejores resultados.

Realidad Aumentada

El uso de imágenes digitales sobrepuestas en un objeto crea la sensación de interactividad de dos realidades, una real y otra digital, esto llama la atención de los alumnos, por lo cual, es una herramienta utilizada como estrategia para el aprendizaje (Konka & Koksalam, 2017).

La revisión de la literatura de autores como Soriano y Jiménez (2023), dan una perspectiva del uso de la RA como estrategia en el aprendizaje en cualquier nivel educativo, la investigación reviso el uso de esta tecnología pedagógicamente hablando y, sus resultados arrojaron que los profesores son quien deben poder implementar estas tecnologías de manera eficaz lo que conlleva a la falta de protocolos para el uso de los dispositivos tecnológicos que despliegan estos softwares.

Siguiendo con el contexto anterior, el uso de la RA en la educación básica revela que los ambientes no están preparados para su implementación al cien por ciento, los profesores, no están familiarizados o no tienen las didácticas correctas para el uso de los *Smartphone* en el aula; es decir, falta preparar a quien pondrá en práctica estas tecnologías emergentes, si se colabora de manera interdisciplinar, se podría utilizar en un corto plazo la RA en el aprendizaje de muchas áreas, como lo indico su investigación, se ha utilizado para las matemáticas, los idiomas, la naturaleza, entre otras muchas cuestiones (Rivera, Gértrudix & Gértrudix, 2021).

El caso de la RV es muy parecido a la RA, pero los costos y la infraestructura de las escuelas de nivel básico es lo que no permite su implementación de manera inmediata.

Realidad Virtual

La Realidad Virtual-Inmersiva (RVI) es una de las herramientas tecnológicas que va en aumento en relación con su aplicación en el ámbito comercial, social, cultural, educativo, entre otros. Pero, al ser una experiencia de inmersión tiene efectos secundarios, les causa malestares a los usuarios, siendo el más común los mareos; además, su implementación es costosa y requiere tecnología complementaria, por lo cual, la RV sin inmersión ha sido más utilizada, al poder generarla o reproducirla en un Smartphone sin necesidad de complementos (Soler, 2019; citados por Álvarez & Mesías, 2022).

Desde el punto de vista pedagógico según Otero & Flores (2011), consideran que la RV puede ser una herramienta educativa de valor con base en tres características principales:

1. Ésta disciplina posee una habilidad para facilitar el aprendizaje constructivista.
2. El potencial que se presenta como una alternativa de aprendizaje de los diferentes tipos de percepción: visual, auditiva, táctil entre otras.
3. La posibilidad de colaboración en el diseño del aprendizaje entre estudiantes y educadores, más allá del ambiente físico.

En esta investigación se tomó la decisión de implementar la realidad aumentada por el costo beneficio de la didáctica necesarias para ejercitar la cognición perceptiva, esto es, poder generar una inquietud en el alumno para usar la aplicación móvil.

Gamificación

La gamificación es una palabra que se tomó del idioma inglés para evitar una confusión latina por usar ludificación. En un ambiente que no es un juego pero que necesita de estructuras

que mantengan la atención y la motivación de los usuarios, se pretende implementar las técnicas de los juegos para hacer que el usuario pase más tiempo y le dedique más trabajo para aprender de una manera más reflexiva, lo que conlleva a un aprendizaje significativo, pero, que con la palabra ludificación no contemplarían todos estos aspectos (Téllez, 2016).

La Gamificación según Gaitán (2013), es una técnica de aprendizaje que utiliza la estructura de los juegos y los implementa al ámbito educativo, con el objetivo de obtener o mejorar conocimientos y habilidades. Esta estrategia de aprendizaje es cada día más utilizada en la educación básica por la aceptación de los usuarios finales, por lo cual, el autor sugiere estos puntos a considerar:

- Acumulación de puntos: Es la suma de los puntos de cada acción que resuelve el usuario.
- Escalado de niveles: Hacer las didácticas de forma gradual, para no perder el interés.
- Obtención de premios: Dar un incentivo para mejorar el desempeño.
- Regalos: Bienes que se van otorgando al usuario por haber superado un nivel.
- Clasificaciones: Ranking de los usuarios por su desempeño.
- Desafíos: Competiciones entre los usuarios, el mejor obtiene el premio.
- Misiones o Retos: Resolver desafíos o retos, ya sea solo o en equipo.

La idea de la Gamificación es poder utilizar estos elementos y trasladarlos al ámbito educativo (Gaitán, 2013). Si se logra una motivación, compromiso o un interés por la actividad desarrollada con las reglas y mecanismos de los juegos, estamos implementando gamificación (Contreras & Eguía, 2016).

El contexto indica que se puede jugar aprendiendo entonces de acuerdo con Parente (2016), si la gamificación se entiende como la estrategia de utilizar los procesos de desarrollo

de los videojuegos para implementarlos en cualquier ámbito incluso el educativo, con el fin de retener al usuario durante cierto tiempo determinado en un ambiente no lúdico, se deben utilizar los principios que marca el desarrollo de la gamificación en el aula, como lo plantea al sugerir los siguientes principios (Diggelen, 2012; citado por Parente, 2016):

1. Tipos: Uno a uno, varios a uno, uno contra el sistema, solo.
2. Presión temporal: Ponerles tiempos a las actividades.
3. Escasez: Elementos mínimos dependiendo el nivel.
4. Puzzles: Problemas que indican la existencia de una solución.
5. Novedad: Ser creativo y no copiar todo lo que ya este hecho.
6. Niveles y progreso: Guardar los datos obtenidos.
7. Presión Social.
8. Trabajo en equipo: Generar actividades grupales.
9. Moneda de cambio: Buscar elementos que puedan ayudarte a obtener otros elementos escasos.
10. Renovar y aumentar poder: Elementos que te hagan más fácil algunas tareas.

2.1.4 Las TIC en el aprendizaje

Los paradigmas, metodologías, modelos, estrategias o nuevos enfoques de aprendizaje deben utilizar las TIC para no quedar obsoletas en una sociedad digitalizada, aunque su implementación dependerá de la concepción de quien enseña a aprender (Ortiz, 2015). Además, depende de múltiples factores como la infraestructura, formación, actitudes, apoyo del equipo directivo y de gobierno, entre los cuales el más relevante es el interés y la formación por parte del profesor a todos los niveles. Continuando con este contexto el trabajo del profesor al integrar los recursos tecnológicos al aprendizaje se identifica un proceso de evolución que sigue cinco etapas según León (2023):

1. Acceso: Aprender el uso básico de la tecnología.
2. Adopción: Utiliza la tecnología como apoyo a la forma tradicional de enseñar.

3. Adaptación: Integra la tecnología en prácticas tradicionales de clase, apoyando una mayor productividad de los estudiantes.
4. Apropriación: Actividades interdisciplinarias, colaborativas, basadas en proyectos de aprendizaje. Utilizan la tecnología cuando es necesaria.
5. Invención: Identificar formas de implementar la tecnología.

El planteamiento de León (2023) concuerda con Arancibia, Cabero, & Marín (2023), donde plantean que los sistemas educativos no solo deben buscar los cambios de reformas en sus leyes, sino hacer que los profesores adopten esos cambios, ya que el ambiente sociocultural del docente lo limita en su forma de enseñar, en este contexto su capacidad de adaptación a las tecnologías de formación constante puede repercutir en el uso o no de los medios digitales.

Desde antes de la pandemia el uso de las TIC era una tendencia a la que se pretendía llegar en los años venideros para la mayoría de las universidades en México con la llegada de la pandemia se convirtió en un problema de urgencia, el cual, no dio tiempo ni tregua. Cada Institución de Educación Superior (IES) afrontó la situación con los recursos a su disposición. La experiencia del uso previo de profesores universitarios de la implementación sistemas de gestión fueron clave para reaccionar de manera concreta, en algunos casos, y en otros, de nuevas oportunidades para implementar las TIC en la educación mixta o a distancia (López, Rossetti & Rojas, 2022).

Mientras que en la educación básica existe la falta de capacitación o de integración de las TIC por parte de los docentes, como se viene mencionando, es este actor quien deberá implementar el uso de estas herramientas mediante estrategias pedagógicas, el uso de la tecnología debe ser un complemento en el aprendizaje. Por eso, su integración va más allá de solo infraestructura, se habla de una didáctica y la manera de cómo se pueda construir y consolidar un aprendizaje significativo con base a la tecnología, en estricto pedagógico se habla del uso tecnológico a la educación (Díaz-Barriga, 2013).

El profesor es quien determina si usa la tecnología en el aprendizaje del alumno, en los nuevos enfoques de aprendizaje el estudiante es el centro de estos conceptos por lo que

obliga al que enseña a capacitarse de manera efectiva al uso de las nuevas tecnologías para su implementación de manera auxiliar, con didácticas que ayuden a diseñar a construir el aprendizaje de los alumnos (Núñez, Gaviria & Guzmán, 2019). Es importante mencionar que la mayoría de los estudiantes de hoy en día son nativos digitales por lo que algunos ya implementan estas herramientas en su aprendizaje; es decir, que presentan habilidades psicomotrices y una coordinación óculo-manual más elevadas (Cabero, Valencia & Llorente. *et al.*, 2023), solo falta una adecuada instrucción por parte de la pedagogía para el uso correcto de las tecnologías digitales.

También las nuevas teorías de aprendizaje centran su atención en el estudiante como el diseñador o constructor de su aprendizaje, teniendo en las TIC un buen aliado, si se utilizan como el medio y no el fin del aprendizaje (Paz, Tamez & Hernández, *et al.*, 2018). La teoría constructivista pone al estudiante como el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, donde éste es el principal motor de su propio aprendizaje y las TIC le proveen el escenario para que esto se dé. Según Castillo & Jiménez (2019) coinciden, que el alumno puede diseñar su propio conocimiento con ayuda de las TIC sin necesidad de estar en el salón de clases, para esto, el estudiante debe ser proactivo y autodidacta para poder implementar estas tecnologías en su vida cotidiana, por lo cual, el profesor se convierte en el guía o mentor en este cambio de paradigma.

Existen varias teorías del aprendizaje que implementan las TIC con buenas prácticas, como la tecnopedagógica, la teoría del procesamiento de la información, la pedagogía de la información, la teoría de acción comunicativa, la teoría del conocimiento situado, el modelo conversacional colaborativo, constructivismo, entre otros.

La presente tesis de investigación está centrada en el paradigma constructivista, esto debido a que la teoría de Piaget se adopta mejor a la ejercitación de la parte cognitiva que se plantea ejercitar con la aplicación en desarrollo, la cual ayuda a plantear que los niños de educación básica deben ejercitar su proceso cognitivo para auxiliar un posible desfase o déficit cognitivo o como lo plantea el autor “equilibrio-desequilibrio-reequilibrio” (Piaget, 1978; citado por Perales 1992, Pág. 174).

El constructivismo es una teoría que centra al alumno como el diseñador de su propio aprendizaje, en este sentido, las TIC son una herramienta de instrucción que ayuda a construir este objetivo, pero lo hace siempre en interacción con otros; posición que se complementará con los aportes de Piaget, Vygotsky y Ausubel: La teoría de Piaget también llamada evolutiva, menciona que la maduración biológica lleva a un desarrollo de la estructura cognitiva más compleja, lo cual, facilita al aprendizaje por su mejor adaptación (Ortiz, 2015). Mientras que Ausubel (1983) menciona que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, "...debe entenderse por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización" (pág. 1).

El modelo educativo constructivista es uno de los que mejor se adapta a la instrucción del diseño del aprendizaje de los alumnos, ya que utiliza al profesor como instructor de los contenidos de la enseñanza de manera que sean utilizados para que el alumno sea el centro de esta triada de actores. El alumno para lograr un aprendizaje significativo debe ser capaz de diseñar su propio aprendizaje, pero dentro de parámetros instruccionales, como lo menciona Guerrero, Hernández & Díaz (2014), el paradigma constructivista es cuando el alumno construye interpretaciones propias del mundo, a través de un conocimiento previo del ambiente que lo rodea, para estos autores, el constructivismo está ligado a las experiencias de vida del que aprende, siempre se posee un conocimiento previo.

El constructivismo plantea que el aprendizaje es una construcción idiosincrásica, esto es, se debe tener en cuenta que tanto el que enseña como el que aprende tienen características diferentes como su cultura, ideologías, sueldos, edad, sueños, motivación entre otros factores, que intervienen en el tercer factor que son los contenidos, si el profesor es de la idea que posee todo el conocimiento, utilizará modelos tradicionales para el aprendizaje haciendo pasivo al alumno, pero si, parte de la idea que este se construye, hará parte del proceso el acervo cultural y tecnológico del momento, haciendo activo al aprendiz (Ortiz, 2015).

Otro factor que es representativo del constructivismo es que los conocimientos previos inciden de manera significativa en los aprendizajes nuevos, es por eso que el tercer factor de la triada en este caso los contenidos deben ser con base en los conocimientos previos del alumno (Ausubel, 1983), esta idea coincide con Piaget (1973) y su teoría de desarrollo cognitivo, lo que hace entender que si varios alumnos cursan los mismos grados de estudio al terminó de ellos deben poseer conocimiento semejantes, sino sucede esto existiría un desfase horizontal como lo nombro Piaget o déficit cognitivo para esta investigación.

2.1.5 El constructivismo cognoscitivo

El constructivismo cognoscitivo de los autores como Piaget, Ausubel y Vygotsky refuerza la idea del aprendizaje mediante la construcción del conocimiento. Mientras que Piaget, plantea que los niños interpretan el mundo de maneras diversas a medida que se desarrollan. Vygotsky aporta la interacción social como un factor que influye en el aprendizaje intelectual (Piaget, 1973; Vygotsky, 1978, citados por Joshep & Almenara, 2007).

Para esta investigación, las teorías anteriores son un sustento de que la cognición es el resultado del registro sensorial del entorno ambiental y social. De acuerdo con Zapata (2009), el cerebro debe analizar, sintetizar y generar un conocimiento interno de la realidad. Debe generar respuestas a un estímulo exterior, lo que genera un conocimiento, el cual, es comparado con uno previo y así generar uno nuevo. Siguiendo con este contexto nos centraremos en la teoría de Piaget (1973) donde plantea la epistemología genética. Su teoría se centra en las etapas del Desarrollo cognitivo, el niño, pasa de un estado de menor conocimiento a un estado de conocimiento más avanzado y así sucesivamente. El autor se centró en la investigación de las capacidades cognitivas, así como la forma de pensar del ser humano. La teoría de desarrollo cognoscitivo está dividida en cuatro etapas:

1. Sensoriomotora que va del nacimiento a los dos años (niño activo).
2. El preoperacional de los dos años a los siete (niño intuitivo).
3. Las operaciones concretas de los siete a los once (niño práctico).

4. Las operaciones formales de los 11 a 12 años en adelante (niño reflexivo).

Según Piaget (1973) una vez que el niño pasa de una etapa a otra, no regresa a una anterior. Pero puede existir el desfase horizontal, es la interpretación del déficit cognitivo del niño en alguna etapa de su desarrollo cognoscitivo. Para lograr este desarrollo cognoscitivo no solo debe haber cambios cualitativos y habilidades, sino que también es fundamental la forma en como acomoda el conocimiento. Para este fin, propone los esquemas, no solo el generar esquemas nuevos, sino el modificar los ya existentes para generar nuevo conocimiento. De ahí que introduzca conceptos como organización y adaptación como principios básicos del desarrollo cognoscitivo:

- La organización es la integración de los esquemas más simples a los esquemas más complejos.
- La adaptación es la capacidad de las especies a ajustarse a los cambios del ambiente.

Si el niño puede realizar estas dos funciones básicas innatas de las especies para su evolución y desarrollo, estará en camino de adquirir nuevo conocimiento. Otros dos conceptos que Piaget (1973; 1967) utiliza para desarrollar su teoría son el de asimilación y acomodación:

- La asimilación es el proceso de integrar la información nueva con la ya existente, para lograr un equilibrio del conocimiento nuevo con el ya existente, el niño debe comparar la información que proviene de un estímulo externo con el conocimiento previo que posee, si este es compatible o no.
- La acomodación es el proceso de adaptar la información que es diferente a los esquemas que el niño posee y ser capaz de utilizar esa nueva información para crear un esquema nuevo, para generar nuevo conocimiento. Esto sucede cuando el niño se da cuenta que la información nueva no coincide con la que el posee.

Estos conceptos están ligados a la “teoría constructivista del aprendizaje” que propone, ya que menciona que las capacidades cognitivas y la inteligencia se adquieren del medio social y ambiental y forzosamente pasan por la asimilación y la acomodación para lograr un equilibrio.

Para esta investigación solo se profundizará en el estadio de las operaciones concretas que va de los siete a los once años. Donde el niño ya es capaz de utilizar la lógica para la resolución de problemas. Según la teoría de Piaget (1979), el niño a los seis y siete años ya es capaz de conservar cantidades numéricas. A esta subetapa le llama seriación: que, es la capacidad de ordenar objetos en forma lógica y progresiva. El niño identifica en una serie de números cual es de mayor valor y cual es menor, según sea el caso. A lo que se llama la regla lógica del cambio progresivo. Además, de esta regla en esta subetapa el niño debe aplicar también la regla lógica de la transitividad: La cual, es cuando el niño debe entender que entre un número menor y uno mayor existen otros en medio de estos, los cuáles deben tener en cuenta para poder acomodarlos de manera eficaz.

Piaget (1979) propone una clasificación que comprende tres conceptos: La simple es donde el niño debe poner objetos que posean características semejantes, esto es, dos objetos que posean dimensiones o colores iguales. La múltiple es la separación de objetos con dos o más características, esto es, una tabla en forma de matriz que le da más opciones para separar un objeto. La inclusión de clases el niño debe comprender el concepto de clases y subclases, se le ponen objetos y debe ser capaz de saber cuántos tienen las características necesarias para pertenecer a la clase o subclase. El niño debió haber adquirido, la clasificación de figuras en etapas posteriores. Aunque la clasificación o inclusión de clases se está terminando de adquirir en esta edad.

La última subetapa es la conservación: aquí el niño es capaz de comprender que la materia o masa y volumen no se altera si este cambia de forma. Por ejemplo, un litro de agua que es cambiado de recipiente redondo a cuadrado sigue siendo un litro de agua. Según Piaget (1979), los niños se basan en conceptos como negación, compensación e identidad, para resolver estos problemas. Estas operaciones mentales hacen que el niño logre utilizar la

abstracción reflexiva, esto es el niño sabe mentalmente que, aunque cambie de forma no se altera la masa, volumen y número de agua que contienen los recipientes.

Es así, como, desde el punto de vista constructivista, se puede pensar que el aprendizaje se trata de un proceso de desarrollo cognitivo y de factores ambientales, sociales y biológicos, alcanzadas en ciertos niveles de maduración. Este proceso implica la asimilación y acomodación lograda por el sujeto, con respecto a la información que percibe. Se espera que esta información sea lo más significativa posible, para que pueda ser aprendida.

2.1.6 La cognición y el déficit cognitivo

El déficit cognitivo a partir de la teoría de Piaget se puede definir como la falta de conocimiento cualitativo y su relación con la conducta social, emocional y toma de decisiones por factores biológicos o ambientales. Los estímulos no son asimilados de manera efectiva, por lo cual, no hay una acomodación de los esquemas, por lo que no se llega al equilibrio. El niño sufrió un desfase en alguna etapa de desarrollo cognoscitivo, por lo que hay que atenderla. Según Piaget (1979) el niño no puede pasar de una etapa a otra sin haber adquirido los esquemas necesarios para este fin. Mientras la Psicología ayuda a entender a la cognición como un sistema de procesamiento de información distribuido y paralelo y permite entender las necesidades y limitaciones de las personas con trastornos (Guerra, 2023). Si bien se pensaba que los factores biológicos eran los principales causantes del déficit cognitivo en niños, de acuerdo con Paolini, Oiberman, & Mansilla (2017), obtuvieron que los factores ambientales son muy importantes en la evolución de los menores de manera cognitiva.

Los trastornos de aprendizaje son carencias de meta cognición, estos trastornos de aprendizaje son definidos por la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE), por lo cual, de acuerdo con Fourneret & Fonseca (2019), a menudo se insiste en clasificar los trastornos del aprendizaje entre las enfermedades y trastornos mentales, pero, para estos autores deben interpretarse en un sentido más amplio en este caso la cognición, deben dejar

de llamar trastorno mental a la desviación horizontal, como la nombró Piaget que es más bien la falta de un conocimiento previo por problemas de su entorno sociocultural (ambiental).

Por lo tanto, de acuerdo con Fourneret & Fonseca (2019), deben ser las investigaciones científicas quienes proporcionen conceptos mejor adaptados a las clasificaciones, ponen el ejemplo de la dislexia, disortografía y discalculia, que son asociadas al trastorno específico del aprendizaje, estos son adaptados a un solo problema y proviene de investigaciones que revelan la asociación entre estos factores y llegan a la conclusión de que toda categoría diagnóstica es algo temporal; además, el ámbito científico siempre está en constante discusiones, lo cual lleva a la búsqueda de nuevos índices cognitivos y neurobiológicos. En este contexto los tres grandes déficits más comunes deben ser evaluados en un solo trastorno como es este caso, en la Tabla 1, se muestra la clasificación de los trastornos del neurodesarrollo.

El Trastorno Específico del Aprendizaje (déficit de lectura, escritura y cálculo), deben ser tratados como uno solo y además no ser confundidos con enfermedades de la mente, más bien la falta de un conocimiento previo que existe por la misma interacción con su ambiente sociocultural, al menos que sea diagnosticado por factores biológicos deberá ser tratado en alguna otra clasificación.

Tabla 1: Clasificación de los trastornos del neurodesarrollo.

Trastornos	Etapas y tipos
Discapacidad intelectual	Trastorno de desarrollo intelectual Leve, medio, grave y profundo
Trastornos de la comunicación	Trastorno del lenguaje Trastorno de la fonación Trastorno de la fluidez verbal Trastorno de la comunicación social Trastorno del aspecto autista
Déficit de atención/hiperactividad	Presentación cambiada Presentación de la falta de atención predominante

	Presentación de la hiperactividad/impulsividad Predominante
Trastorno específico del aprendizaje	Con déficit de la lectura Con déficit de la expresión escrita Con déficit de cálculo
Trastornos motores	Trastorno de la comunicación Movimientos estereotipados Tics

Fuente: Obtenida del manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, (2015).

Todos estos trastornos afectan la cognición provocando déficits, que a medida que los años avanzan provocaran daños irreparables, que en la edad adulta se pueden mitigar un poco e incluso esconder de cierta manera, en realidad serán factores con las que se tienen que vivir, he de ahí la importancia de su pronta atención.

En el estado del arte se ejemplifican aplicaciones que mencionan que ejercitan la cognición, solo que son de manera general en la mayoría de los casos, esta investigación desarrollará una aplicación (herramienta cognitiva), específica para niños de educación primaria, que ejercite la percepción y memoria, para mitigar su déficit de aprendizaje y así reflexione acerca de su forma de aprender (metacognición) mediante una didáctica propuesta por la pedagogía de manera que sea acorde a estas edades y sus conocimientos previos, para poder dominar el uso de esta herramienta (habilidades cognitivas) debe estar presente la pedagogía instruyendo su aprendizaje.

2.2 Estado del Arte

Las aplicaciones móviles para la ejercitación del proceso cognitivo son variadas, pero, específicamente en el área de la percepción y memoria, la mayoría se enfoca en el modelo de la gamificación, esto, con la finalidad de atrapar la atención de los consumidores de aplicaciones móviles, a continuación, se enlistan una serie de ejemplos de aplicativos de instituciones públicas y privadas que presumen ejercitar estos factores.

Una de las investigaciones universitaria es la desarrollada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la investigación titulada “Desarrollo de una aplicación móvil para estimulación cognitiva de adultos mayores que padezcan Alzheimer en fase ligera y moderada utilizando la plataforma Android Studio”, la investigación tuvo como objetivo el desarrollo de una aplicación móvil para la estimulación cognitiva de adultos mayores que padecen Alzheimer en fases ligera y moderada, la aplicación se desarrolló mediante la metodología *software Microsoft Solution Framework*. Es una investigación está centrada en los procesos cognitivos ya deteriorados por la edad (Santillán & Maldonado, 2017).

Otra investigación de la Universidad de Córdoba con el título “Desarrollo de una aplicación móvil como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje del lenguaje en el hogar para niños y jóvenes en situación de discapacidad cognitiva”, su finalidad era una crear una aplicación divertida para los niños con Síndrome de *Down*, y que los usuarios finales tiene un rango de edad entre 5 a 10 años, los cuales, son atendidos en la Institución Educativa Julio Cesar Miranda Sede Sagrado Corazón del municipio de San Antero. La idea era tener una aplicación gratuita que implementara una metodología educativa acorde a la situación planteada (Barrera & Quiñonez, 2020).

En Ecuador se diseñó una aplicación móvil para la detección de riesgo de dislexia en estudiantes de 6 a 9 años del centro psicopedagógico “Tiempo de Aprender” en la ciudad de Ambato. Este producto utiliza la prueba DST-J y en ese momento no existía ninguna aplicación que hiciera esta prevención de manera gratuita (Mayorga, 2022).

Algunas aplicaciones en el mercado son:

- *CogniFit-test* y juegos: Según su descripción, es una aplicación de juegos mentales interactivos que ayuda a estimular las habilidades cognitivas mediante una evaluación y entrenamiento de la memoria, la atención, la concentración y las funciones ejecutivas, el razonamiento, la planificación, la agilidad mental y la coordinación, por medio de juegos mentales, juegos para pensar, rompecabezas de ingenio y contar con juegos

especiales para la dislexia y discalculia, es compatible con *iPhone* y *iPad* en sus versiones 12.1 en adelante, la descarga es gratuita pero requiere una suscripción mensual de 20 dólares americanos en promedio (CogniFit, s.f.).

- QAE: En la *App Store* para *iPad* se encontró QAE (¿Qué Árbol es?), según su desarrollador Francisco Lara Ruiz (2022) el propósito de esta App gratuita para *iPhone* es la sensibilidad y el amor por conocer más sobre la diversidad de los árboles. La didáctica es reconocer 62 árboles. Ejercitando la memoria, aunque, no se mencionan nada acerca de este tema. El problema es que solo pueden utilizarlo en dispositivos *Apple*.
- Otro ejemplo es la App *¡Kaboot!* que está disponible para *Android* y *Apple*. Según su página oficial *¡Kaboot!* (s.f.); es una plataforma que pretende ayudar a desbloquear las capacidades de aprendizaje de todos sus usuarios. Contiene juegos de algebra, matemáticas, aprender a leer, entre otras. Sin embargo, se requiere una suscripción y de pagos adicionales por alguno de sus componentes y dependerá del usuario la forma de uso, ya que incita la creatividad al proponer la creación de tu propio aprendizaje, claro hay que pagar para acceder a cada uno de estos rubros. Haciendo atractivo su uso, pero limitando el acceso a muchas personas por el costo.
- Lumosity, un producto de *Lumos Labs* fundada en 2005 y que es lanzada al mercado en 2007. Describe en su página oficial en el apartado *¡acerca de nosotros!*; Es una herramienta que permite a cualquier persona entrenar sus habilidades cognitivas básicas, con juegos diseñados para ejercitar la memoria, la velocidad, la flexibilidad y la resolución de problemas. De la neurociencia al arte visual, combinan disciplinas diversas para crear un atractivo programa de entrenamiento cerebral, según su propia descripción, pone a disposición toda la investigación cognitiva a través del *Human Cognition Project* (Proyecto de la cognición humana), que colaboran con más de 100 investigadores, médicos y profesores de instituciones de primer nivel de todo el

mundo. El único problema según Elio (2016) hizo publicidad engañosa por lo que fue multado con dos millones de dólares.

- **Elévate - Juegos Mentales:** Según *Google Play* (2023) es una aplicación desarrollada por *Elevate Labs* en el 2014 y la describe como un programa de entrenamiento cerebral, con más de 40 juegos cerebrales para las habilidades cognitivas, diseñada para mejorar la expresión escrita, la atención, la velocidad de procesamiento, memoria, habilidades matemáticas entre otras. También menciona que los juegos son diseñados con expertos de la educación y son basados en métodos educativos demostrados y su algoritmo de entrenamiento cerebral está basado en investigaciones cognitivas y cerebrales para que se adapte de manera personalizada, por todo esto ya cuenta con más de 25 millones de descargas hasta su última actualización en mayo del 2023. En la tienda de *Apple* es la aplicación del año con más de 50 millones de usuarios, donde su uso requiere de una suscripción mensual.
- **Peak- Entrenamiento cerebral:** Es una aplicación desarrollada por *PopReach* y que fue incorporada en 2021 a la tienda de *Apple* la cual contiene más de 45 juegos que según su descripción están diseñados para expandir las habilidades mentales de seis categorías diferentes; la memoria, resolución de problemas, agilidad mental, lenguaje, coordinación y control de emociones y que cuenta con un módulo de evaluación avanzada que fue desarrollado en colaboración con científicos y universidades. Es compatible con *iPhone* y *iPad* con versiones de 13.0 en adelante. Es una aplicación que tiene suscripción mensual.
- **PlayTEA** es una aplicación móvil de retos cognitivos digitales para niños de espectro autista (TEA) grado 1, que su finalidad es ejercitar la concentración y la atención (Valdez, 2019). Esta aplicación Adquiere señales bioeléctricas (EEG) obteniendo hasta 256 muestras por segundo de la actividad cerebral, con la finalidad de llevar un historial clínico.

Los ejemplos anteriores ayudan a ejercitar habilidades cognitivas, unas lo mencionan en sus descripciones otras no. Son *App* o páginas *web* que se pueden encontrar en el mercado actualmente, que cumplen con un fin, pero no mencionan nada sobre un fundamento pedagógico solamente colaboraciones científicas, con excepción de un ejemplo que si menciona la pedagogía como parte de su desarrollo.

Así como estas aplicaciones existen investigaciones de acceso público, pero que no llegan a utilizarse. En un artículo escrito por Quispe, Bernal & Salazar (2017), realizaron una investigación de las aplicaciones móviles para el aprendizaje con el título “Uso de aplicaciones móviles educativas para niños con dificultades de aprendizaje” concluyendo lo siguiente:

- El niño puede explorar e ir descubriendo su propio aprendizaje.
- Los niños con problemas de atención y concentración mejoran estas habilidades.
- Las instituciones educativas no están preparadas para enseñar a estos niños y sus deficiencias de aprendizaje.
- Además, no cuentan con diagnósticos o pedagogías necesarias para fortalecer la enseñanza aprendizaje y terminan con el problema del rechazo o aceptación de las tecnologías por parte de los profesores.

Estas conclusiones son antes de la pandemia del Covid-19, lo descrito en el párrafo anterior brinda un panorama acerca del porque las aplicaciones deben ser desarrolladas con una temática específica y más las educativas; es decir, deben contar con una didáctica correcta. El propósito de las empresas es el lucro, por lo que tienen que ser atractivas para poder llegar a más usuario, pero no necesariamente deben resolver o auxiliar un problema. Por otro lado, el diseño y desarrollo de aplicaciones para el aprendizaje en diferentes universidades del mundo posee un marco de referencia teórico; por ejemplo:

La aplicación para ejercitar las habilidades de visualización titulada “Desarrollando habilidades de visualización espacial a través de la realidad aumentada en el aprendizaje del cálculo en varias variables”. Esta aplicación pretende ejercitar las cinco formas de

visualización de los estudiantes de ingeniería, planteando la problemática y sustentando su información a partir de investigaciones que sugieren lo realizado (Herrera, Guzmán & Rodríguez, 2020).

Como conclusión, las investigaciones realizadas por las instituciones públicas y privadas para la ejercitación cognitiva son cada día más enfocadas a un padecimiento en específico y a una edad temprana, muchas de ellas coinciden en que la prevención es lo principal, además, esto conlleva a que padecimientos temporales no se conviertan en enfermedades.

3. METODOLOGÍA

El proceso de la investigación se realizó mediante tres etapas (pre-desarrollo, desarrollo y pos-desarrollo), en las cuales se utilizaron varios tipos de investigaciones; la primera etapa fue la consolidación de la idea, esta se fortaleció bajo una investigación documental que permitió la revisión de la literatura y estableció los lineamientos para el desarrollo de las siguientes, la segunda etapa se desarrolla bajo dos tipos de investigación, la primera se debe a que la metodología de software marca el llenado de cuestionarios por parte de los usuarios finales, esto, para establecer o guiar los contenidos del aplicativo, además, una investigación aplicada, que permite utilizar la información obtenida en el desarrollo del software, ya que se comparó esta información con los planes de estudio y los conocimientos previos de los niños y docentes, por último en la tercera etapa, una investigación descriptiva para poder analizar los resultados obtenidos de la investigación y poder responder la pregunta de investigación planteada.

3.1 Pre-desarrollo

Fue una etapa documental; es decir, una revisión de la literatura se elaboró mediante la perspectiva de los recursos disponibles como son recursos económicos, de tiempo, conocimientos, tecnológicos, entre otros, con el fin, de fundamentar la realización del proyecto.

Revisión de la literatura

Se realizó una investigación documental, la cual, consistió en obtener información de fuentes digitales, esta información fue recabada principalmente de revistas, libros electrónicos y páginas web, con la finalidad de darle un fundamento teórico y un sustento a la investigación (Díaz & Sime, 2009).

Esta indagación se hizo por medio del método elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y meta análisis o PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews*

and Meta-Analyses) por sus siglas en inglés, el cual, permite utilizar dos instrumentos para llevar a buenos términos la revisión de la literatura deseada, el primero sugiere 27 *ítems* que fueron adaptados a las necesidades del proyecto y el segundo un diagrama de flujo que permite un recuento de todas las fuentes consultadas: Google académico, Redalyc, Springer, Dialnet, Scielo, Google libros, principalmente (Page *et al.*, 2021).

3.2 Desarrollo

Es la segunda etapa de la investigación, la cual, tiene el objetivo de crear una aplicación móvil interdisciplinaria, para este propósito se realizaron dos investigaciones la de campo y la aplicada mediante una metodología de software educativa.

Investigación de campo

Para obtener los aspectos pedagógicos necesarios en el desarrollo del software, se utilizaron plantillas, las cuales fueron obtenidas de la metodología de software implementada, estas plantillas son cuestionario tecnopedagógico y, fueron a adaptadas a las necesidades del proyecto, lo cual, ayudo a obtener los requerimientos de la aplicación y a poner en perspectiva al equipo de desarrollo sobre la temática de los módulos a desarrollar dentro del software.

También se utilizó la metodología *Joint Application Design* (JAD), esto permitió tener una colaboración de trabajo directa con la parte pedagógica (experta educativa), mediante minutas de trabajo se establecieron los horarios, el lugar y la orden del día, cada reunión de trabajo estableció una retroalimentación al equipo de desarrollo del software; además, esta información se utilizaba para el llenado de los entregables de cada etapa de la metodología establecida.

En la primera fase de la metodología se realizaron visitas a instituciones educativas de nivel básico (Paulo Freire y Gregorio Torres Quintero), para poder realizar dos cuestionarios uno dirigido a los docentes y otro a los alumnos de quinto grado de primaria, para este

ejercicio se contó con la participación de cinco profesoras y 69 alumnos (niñas y niños que cursan la quinta fase de la nueva escuela mexicana). La finalidad de estos instrumentos era obtener cuatro de los cinco puntos que marca la fase 1 de la metodología de desarrollo de software educativo.

Investigación Aplicada

De acuerdo con el objeto de estudio el propósito que busco la investigación fue de tipo aplicada; “...este tipo de investigación se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren” (UV, s.f. párr. 3). Es decir, se utilizaron los conocimientos adquiridos para coadyuvar el desarrollo de los contenidos, siempre y cuando fueron analizados y comparados con los conocimientos previos del alumno, la experta en pedagogía y el plan de estudios sintético 2022 de la nueva escuela mexicana, para cumplir con los estándares pedagógicos; además, según Lozada (2014), tiene como objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa en la sociedad o en el sector productivo, todo lo anterior se realizó bajo la dinámica de la metodología JAD.

Los requerimientos obtenidos de la experta pedagógica, profesores y alumnos fueron la base para la didáctica que contiene la aplicación, con esto, se asegura que cumpla con los lineamientos necesarios para poder utilizarse en las problemáticas planteadas. Esta información se obtiene en la primera fase de la Metodología Conjunta de Aplicaciones Educativas (MCAE); requerimientos tecnopedagógicos, para después implementarlas en la fase dos y tres respectivamente.

Metodología de software

La Metodología Conjunta para Aplicaciones Educativas (MCAE), contiene cinco fases que se desarrollan una después de la otra, pero puede ser cíclica si la problemática lo requiere esto según Benito (2023), las cuales se describen a continuación:

Fase 1: Análisis tecnopedagógico; se definen los aspectos tecnológicos y pedagógicos (la planeación didáctica), con lo que se determinara el contexto educativo.

Fase 2: Diseño tecnopedagógico; para lograr que la aplicación móvil tenga los estándares de usabilidad y que atienda la problemática para la que fue desarrollada; es decir, que se tomen en cuenta los usuarios finales, se necesita y se debe trabajar de manera constante en toda la fase con la parte pedagógica.

Fase 3: Implementación, en esta etapa la pedagogía valida la aplicación que desarrolla la parte tecnológica, se convierte en un auditor.

Fase 4: Pruebas, la metodología propone que se divida en dos etapas, uno de escritorio y otro de campo, con la finalidad de que cumpla con los requerimientos establecidos para el aprendizaje; además, se sugiere tomar comentarios de los usuarios finales para corregir posibles errores.

Fase 5: Mantenimiento funcional y educativo; esta etapa es la más larga de la metodología y su implementación dependerá de los resultados de las fases anteriores, esto se debe a que todo es mejorable pero también a los requerimientos de los usuarios finales.

3.4 Post-desarrollo

Es la etapa donde se analizan los resultados de manera descriptiva, mediante esta fase se detalla cómo se elaboró la aplicación móvil, las métricas utilizadas, los cuestionarios aplicados y obtiene la respuesta a la pregunta de investigación planteada.

Investigación Descriptiva

Debido al nivel de conocimiento adquirido se realizó una investigación descriptiva, para poder responder a detalle la pregunta de investigación; es decir, el desarrollo de la aplicación

de manera interdisciplinar, así como el uso de la aplicación con la población muestra (usuarios finales), para poder describir un antes y un después del uso del aplicativo, se realizó un análisis de los datos para poder redactar los resultados obtenidos (Hernández, Collado, & Lucio, 1997).

Siguiendo con el contexto anterior, la finalidad de la investigación es poder obtener los aspectos necesarios para desarrollar software educativo que cumplan con el objetivo planteado, por eso, se utilizaron métricas para verificar el aprendizaje, se midió la puntuación de los usuarios para obtener su evolución, el tiempo empleado en cada actividad y la precisión con la que resolvían cada juego o ejercicio del aplicativo; además, de un cuestionario compilador de conocimientos antes y después de estas interacciones con la finalidad de evaluar su memoria a corto plazo.

La muestra estuvo compuesta de 68 alumnos de la quinta fase de educación básica y de cinco profesoras que han impartido o imparten estos grados escolares, a los cuales, también se les aplicó un cuestionario de usabilidad del software, la encuesta fue la Escala de Usabilidad de Sistemas (SUS, por sus siglas en inglés).

Por último, se desarrolló un cuadro con los aspectos tecnopedagógicos que fueron obtenidos a partir del análisis de esta investigación, la cual, responde a la pregunta de investigación.

En el siguiente capítulo se describen los resultados obtenidos al implementar esta metodología, específicamente en las etapas de desarrollo y post-desarrollo. Se detalla cómo se implementó la metodología de software educativa y cómo interactuaron los usuarios con el software.

4. RESULTADOS

En este capítulo, se describe por qué utilizar MCAE en lugar de otras metodologías más conocidas; parte del desarrollo de la aplicación; además, se detallan las pruebas de rendimiento, usabilidad y educativas, así como los aspectos interdisciplinarios utilizados en el desarrollo de la aplicación móvil.

4.1 Determinación de la metodología

La incorporación de dispositivos móviles a la educación ha generado algunas propuestas de metodologías, modelos y estrategias de desarrollo para aplicaciones móviles, esto se debe a que el proceso de software tradicional es diferente al proceso de software de una aplicación móvil (Lara & Figueroa, 2020). En este contexto las aplicaciones móviles tienden a poseer características especiales como el canal, movilidad, portabilidad, capacidades específicas, la salida al mercado, la rapidez con la que se desarrolla, por eso, sus desarrollos eran muy complejos (Mantilla, Camargo & Medina, 2014; Lara & Figueroa, 2020).

Además, de lo anterior cada aplicación es destinada a un sector o actividad en específico, por eso, estas aplicaciones son demandadas con características únicas, por lo que las metodologías ágiles son una opción viable, por su cercanía con el cliente y la interrelación entre cada fase, en este contexto según Madariaga, Rivero, & Leyva (2016), la forma de trabajo actual no es compatible con las metodologías pesadas, en cambio, las metodologías ágiles se adaptan mejor a las nuevas formas de trabajo.

La utilización de las metodologías ágiles como propuesta para desarrollar aplicaciones móviles no es nuevo, desde el surgimiento de esta se ha implementado el uso de las metodologías ágiles en colaboración con otra, los desarrolladores optan por utilizar alguna herramienta para el desarrollo de software multiplataforma para dispositivos móviles o *Framework* en combinación con alguna metodología ágil (Rodríguez & Enríquez, 2014).

Existen diversas metodologías ágiles en el mercado actualmente, se emplean en el ciclo de vida del software. Aunque se están utilizando las ágiles para el desarrollo de software de manera rápida y de calidad, metodologías como RUP y SCRUM son ejemplos de modelos utilizados actualmente en combinación con Frameworks. Esta tendencia de utilizar una para coadyuvar los recursos humanos y otra para el desarrollo de software es un ejemplo de que las metodologías deben flexibilizarse a las formas de trabajo actuales, es por eso por lo que no hay una idónea, el líder del proyecto deberá escoger la que mejor se adapte a las necesidades de desarrollo (Schwaber & Sutherland, 2020). Para esta investigación se necesitaba conjuntar al experto en pedagogía con el experto en desarrollo de software.

Es por lo anterior, que se buscó una metodología que se adaptara a las necesidades del desarrollo tecnopedagógico del proyecto, y se decidió utilizar una combinación de la técnica JAD (*Joint Application Design*); para poder gestionar los recursos humanos, es una técnica que permite estar en constante colaboración con el cliente (Durán & Bernárdez, 2002). Y elementos pedagógicos como diseño instruccional, secuencia didáctica, teorías educativas que están incorporadas en la Metodología Conjunta para Aplicaciones Educativas (MCAE), la cual, establece cinco etapas y su forma de interactuar en cíclica (véase figura 12). 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 (Carmel *et al.*, 1994; Balda y Vicenzi, 1997; citados por Benito, 2023):

1. La orden del día.
2. Sesión de entendimiento.
3. Minutas de trabajo.

Utilizar la metodología educativa MCAE fue con la finalidad de realizar un dispositivo tecnopedagógico, y esta, permite utilizar JAD en conjunto con una experta del área pedagógica, esto con la finalidad de realizar un dispositivo tecnopedagógico, permitiendo consultar dudas en cada momento. A pesar de que MCAE tiene un orden secuencial, permite realizar revisiones en caso de omisiones y regresar a una etapa anterior. Pero también permite

realizar una revisión completa, la cual, no se recomienda por la pérdida de recursos; es decir, la interacción con el cliente o experto de otra área disciplinar en este caso es fundamental para minimizar los riesgos.

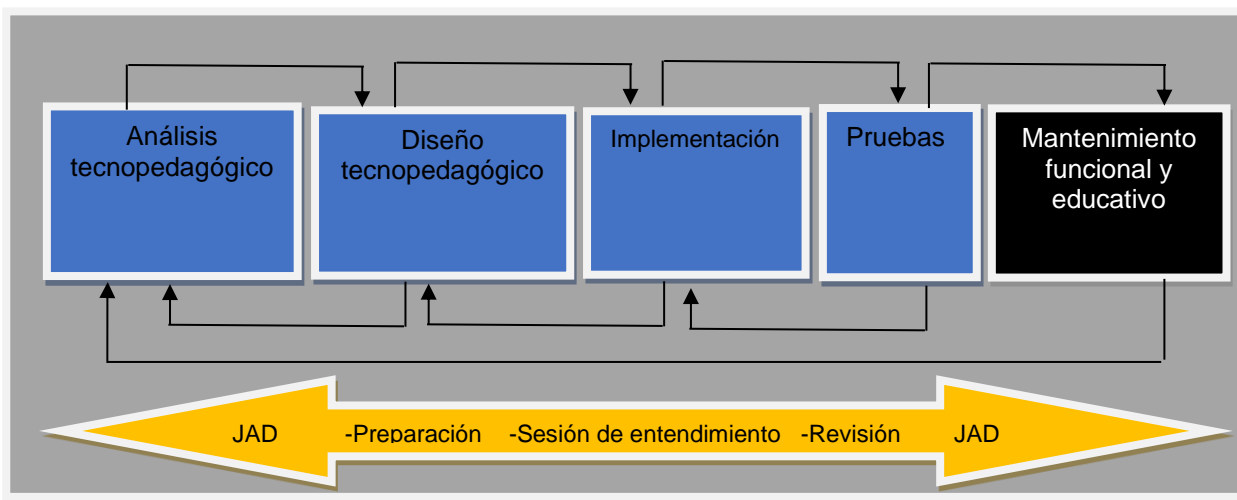


Figura 11: Etapas del MCAE.
Fuente: Elaborado a partir de Benito (2023).

Esta metodología recomienda como mínimo seis integrantes; cinco miembros del equipo de desarrollo (Gerente de proyectos, experto tecnológico, analista, diseñador, programador y auditor) y uno del área pedagógica, quedando al mismo nivel de importancia los expertos en tecnología y pedagogía, así mismo, la metodología proporciona un ideal de cada perfil, y la forma de cómo se deben distribuir la carga de trabajo (véase figura 13), como mínimo debe existir un especialista de cada área (Benito, 2023).

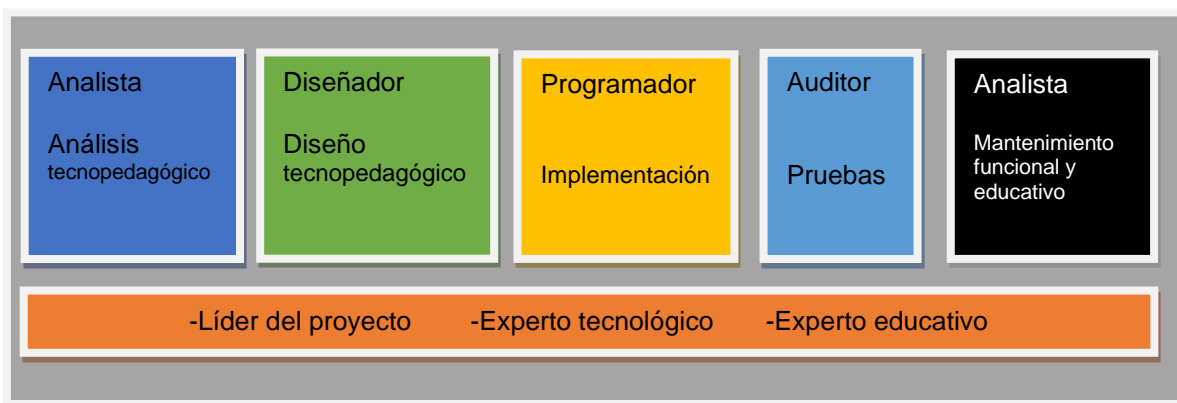


Figura 12: Distribución de la forma de trabajo en MCAE
Fuente: Obtenido de Benito (2023).

4.2 Implementación de la metodología tecnopedagógica

El equipo de trabajo en la Metodología Conjunta de Aplicaciones Educativas (MCAE) requiere de un mínimo de tres actores en la ejecución de esta (Benito, 2023), por lo cual, se describen a continuación los perfiles de los involucrados en la elaboración de la aplicación móvil:

- El líder del proyecto: Dra. Anabelem Soberanes Martín
- Experto educativo: Mtra. Hilaria Pérez Ruiz
- Experto en tecnología: Lic. Ramiro Castillo Contreras

El organigrama (figura 14) se elaboró a partir de lo propuesto por la metodología (Benito, 2023), pero se adaptó a las necesidades del equipo de software; además, la interacción de las fases fue de manera recursiva, esto para poder enseñar avances al experto en educación y analizar posibles cambios, haciendo flexible la metodología, todas las órdenes del día y las minutas de trabajo se encuentran a detalle en el anexo 5.

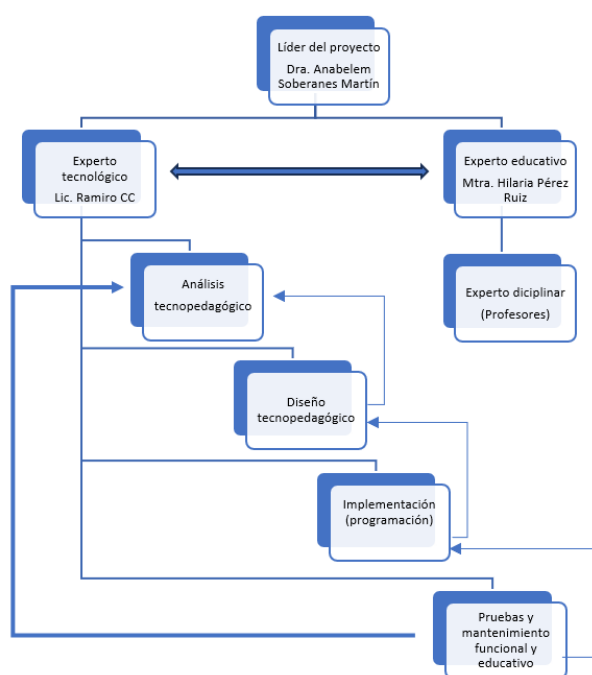


Figura 13: Recursos humanos involucrados y la comunicación en el desarrollo del software. Elaboración a partir de Benito (2023).

Fase 1. Análisis tecnopedagógico

Las reuniones o sesiones de entendimiento de los miembros del proyecto “imaginando el futuro”, fueron mediante mesas de trabajo, las cuales, quedaron registradas en orden del día y minutas de reunión. Los puntos que establece la MCAE son los siguientes (Benito, 2023), los cuales dan como resultado los entregables:

1. El modelo educativo: Determina las actitudes y aptitudes del estudiante que se busca formar, lo cual da como resultado la planeación didáctica de la aplicación (véase tabla 2).
2. La teoría pedagógica: Describe las funciones de los actores del PE-A y como ejecutarlos (véase tabla 2).
3. Las estrategias de enseñanza y aprendizaje: Serán las vías de transmisión y adquisición de conocimiento (véase tabla 2).
4. El diseño instruccional: Son todos los procesos de planeación y ejecución del PE-A.
5. El desarrollo Tecnológico: Es la obtención de la representación tecnoeducativa y los requerimientos que se deben implementar dependiendo de las necesidades de los usuarios finales, aquí se generan dos entregables (véase tablas 3-7).

Tabla 2. Entregable 1 planeación didáctica, la teoría pedagógica, metodología y evaluación.

Planeación didáctica					
Nombre del proyecto	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	1. Modelo educativo	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.
	2. Teoría Pedagógica	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.
	3. Definición de roles	EL docente es facilitador de conocimiento y El docente debe de mantener un papel activo.
	4. Definición de espacios de aprendizaje	Es ajustable, esto se debe a que está en un dispositivo móvil, por lo cual, puede utilizarse casi en cualquier lugar.
Evidencia de aprendizaje (competencias)	Las que el profesor estipule en la planeación de la actividad.	
Evaluación		
Criterios 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

Tabla 3: Entregable 2 requerimientos de la aplicación móvil,

Representación tecnoeducativa	
Identificador	01RTE
Requerimiento	Distribución de la temática.
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana Teoría Pedagógica: Constructivismo (“Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender”).
Requerimiento Tecnopedagógico	Determinar un método de implementación de los módulos.

Descripción detallada de la implementación	El módulo de inteligencia (memoria) se abordará mediante el uso de juegos. El módulo de percepción se abordará mediante la imaginación espacial.
--	---

Tabla 4: Entregable 2 continuación de los requerimientos de la aplicación móvil.

Representación tecnoeducativa	
Identificador	02RTE
Requerimiento	Interfaz intuitiva
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana. Teoría Pedagógica: Constructivismo (“Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender”).
Requerimiento Tecnopedagógico	La distribución de las pantallas deberá ser mediante métricas de usabilidad.
Descripción detallada de la implementación	La distribución del contenido deberá tener una imagen alusiva; además, de contener botones de regresar. Cada pantalla tendrá un botón de ayuda, donde explica que hacer en cada actividad. Los colores y los sonidos deberán ser abordados desde métricas ya establecidas.

Tabla 5: Entregable 2 requerimientos de la aplicación móvil.

Representación tecnoeducativa	
Identificador	03RTE
Requerimiento	El sistema se utilizará para la ejercitación cognitiva.
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana. Teoría Pedagógica: Constructivismo (“Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender”).
Requerimiento Tecnopedagógico	La aplicación presentará material de instrucciones y complementarios para el mejor entendimiento de los temas
Descripción detallada de la implementación	Los módulos deben ser graduales; es decir, de niveles sencillos a complejos. Deben ser acorde a los temas planteados. Debe contener instrucciones claras. Debe tener un icono de ayuda.

Tabla 6: Entregable 2 requerimientos de la aplicación móvil.

Representación tecnoeducativa	
Identificador	04RTE
Requerimiento	Diseño de los materiales de apoyo.
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana.

	Teoría Pedagógica: Constructivismo Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender”).
Requerimiento Tecnopedagógico	La aplicación debe contener material audiovisual y contenido plano como apoyo a las actividades.
Descripción detallada de la implementación	El material complementario debe estar instalado antes de cada actividad. Además, el estudiante deberá poder acceder a él en cualquier momento.

Tabla 7: Entregable 3 requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación móvil.

Listado de requerimientos					
Identificador	Nombre	Descripción	Complejidad	Impacto	Comentarios
001NF	Alojamiento	Se alojará en el dispositivo móvil	Bajo	Bajo	
001F	Temática	El software ejercitará la percepción e inteligencia.	Alto	Alto	El contenido será otorgado por la pedagogía.
002F	Didáctica	El contenido de los módulos es de acuerdo con los conocimientos previos del alumno.	Alto	Alto	El contenido será otorgado por la pedagogía.
003F	Usuarios	El software será utilizado por alumnos de la fase 5.	Bajo	Alto	Podrá utilizarse en o fuera del aula, dependiendo de las especificaciones del profesor.
004F	Interfaz	Las pantallas deben ser intuitivas	Medio	Alto	El acomodo de los botones y los colores deberán ser especificados por la pedagogía, siguiendo los estándares.
002NF	Programación	Se desarrollará en Android	Alta	Media	se podrá ejecutar en dispositivos de gama baja, media y alta
003NF	Base de datos		Media	Bajo	No guardará datos sensibles.

Fase 2. Diseño tecnopedagógico

Esta metodología recomienda los diagramas UML y los bosquejos de alto nivel, con lenguajes o diseños que pongan en perspectiva a las disciplinas involucradas, a continuación, se

presentan los UML y las interfaces finales, las cuales, fueron el resultado de las mesas de trabajo en esta fase, mientras que en el Anexo 5 se encuentra la evolución de los diseños de forma detallada.

A partir de los requerimientos se analizó que las principales funciones de la aplicación móvil son dos módulos: El primero para la ejercitar la percepción y el segundo para la inteligencia (véase figura 16), mientras que toda la interacción del usuario con el sistema se centra en siete actividades básicas (véase figura 15).

En reuniones posteriores se diseñaron las interfaces de manera estática, mediante la herramienta *Word*, *Lucidchart* y *Android*, las cuales, permitió generar un mapa de navegación de manera gráfica (véase figuras 17-20).

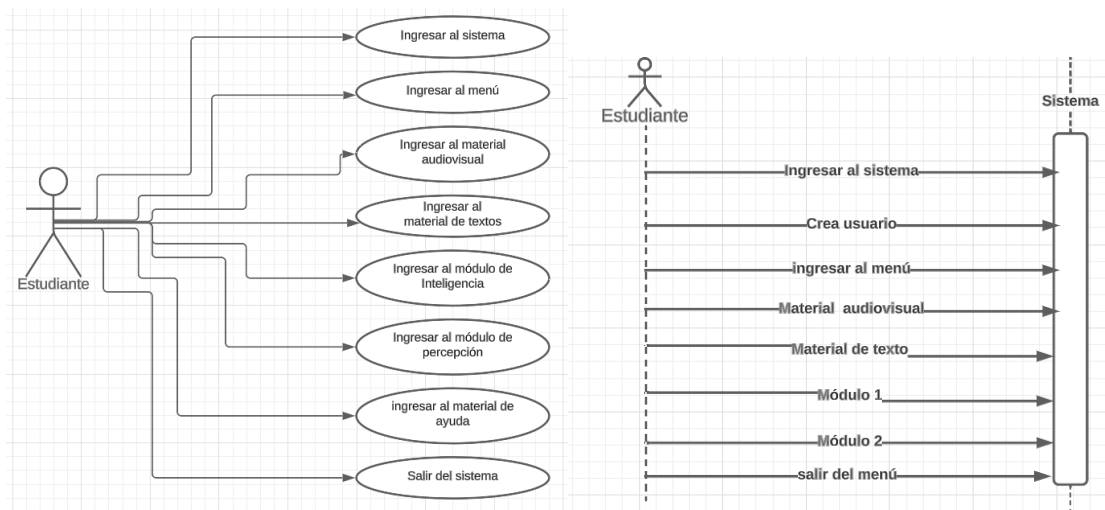


Figura 14: Actividades que se pueden realizar en la aplicación.

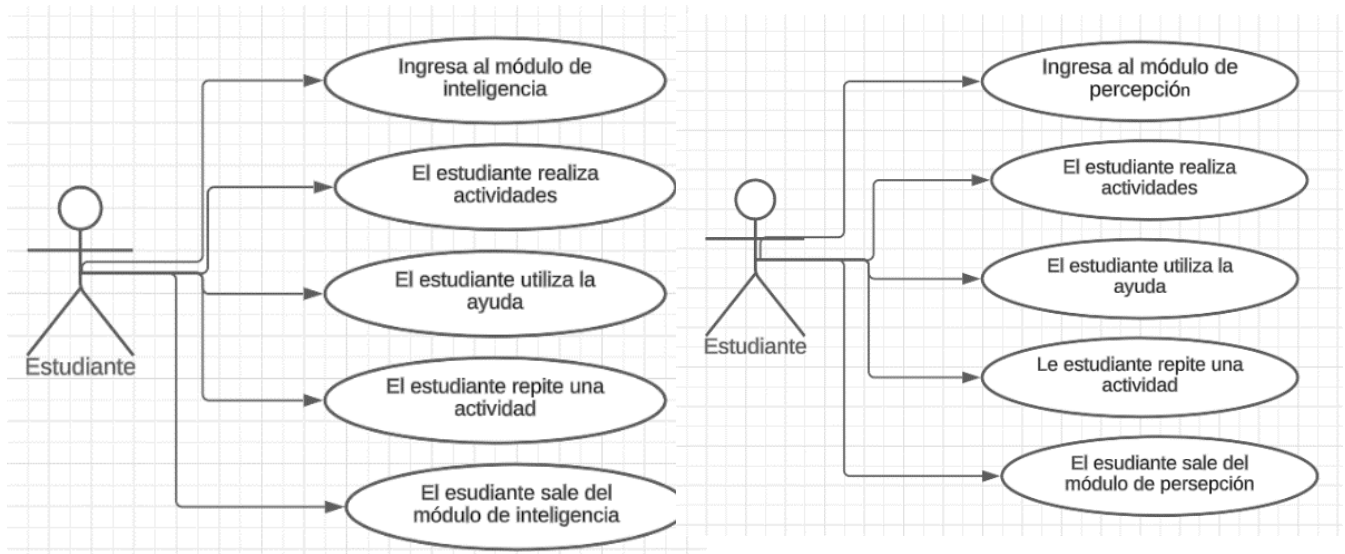


Figura 15: Módulos principales de la aplicación.

Una vez, que el equipo de trabajo determino las interacciones del usuario con el sistema, empezó el diseño de la base de datos, la cual, almacena; el nombre de usuario, escuela de procedencia, edad; además, el tiempo, los errores y los intentos de cada juego, por último, los resultados de los dos cuestionarios de recolección de conocimientos.



Figura 16: Bosquejos diseñados con la herramienta Lucidchart.

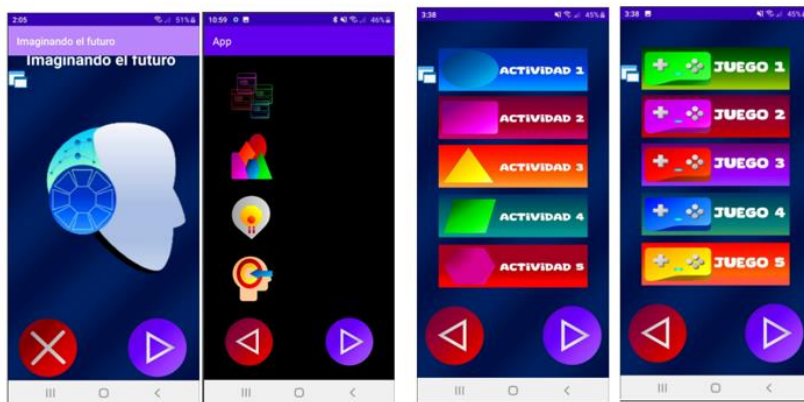


Figura 17: Bosquejos estáticos realizados en Android.

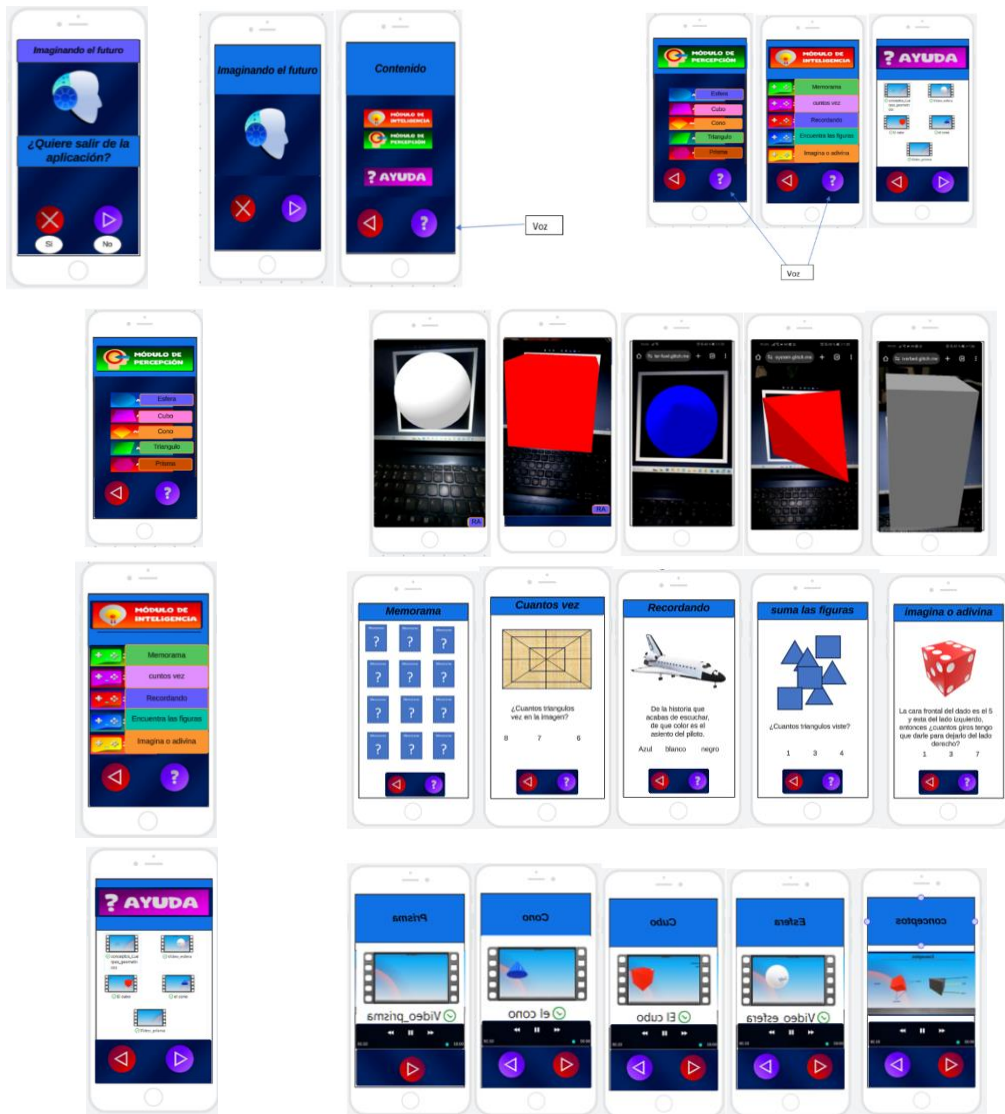


Figura 18: Mapa de navegación preliminar.

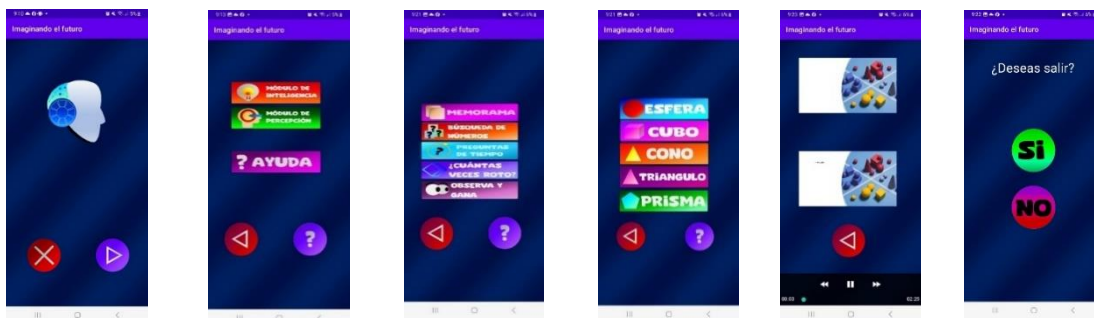


Figura 19: Diseño de interfaces finales.

Fase 3. Implementación

Es la codificación de los requerimientos del cliente y, de los diseños y bosquejos generados a partir del análisis de las fases anteriores; es decir, se pasa a código de programación, esta etapa es muy técnica, por lo que, el experto en tecnología realiza el procedimiento, pero, con la capacidad de poder interactuar con la parte pedagógica, si surge alguna duda; además, es recomendable, para evitar pérdida de recursos.

A continuación, se muestran los entregables de esta fase; la aplicación móvil (véase tablas 8-13), la cual, quedó dividida en interfaces nativas realizadas en Android mediante el lenguaje Java, posteriormente se muestran las pantallas de las interfaces desarrolladas en la web, estas están alojadas en la plataforma Glitch y se utilizó el lenguaje JavaScript, HTML, CSS, aquí se elaboraron los mini juegos (cinco en total) pertenecientes al módulo de inteligencia y cinco objetos en 3D para visualizar mediante la realidad aumentada con la ayuda de un marcador (hilo), esta plataforma permite realizar conexión con la WebXR, sin ningún (véase tabla 14-15).

Tabla 8: Pantalla principal.


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz Grafica
Pant01	pantalla principal	El nombre de la aplicación con una imagen alusiva al mismo, también un botón de salir y uno de entrar.	El diseño e imágenes de todas las interfaces son propios y fueron aceptados por la parte pedagógica.	

Tabla 9: Menú de contenido.


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz Grafica
Pant02	Pantalla de menú o contenido.	Se deben tener dos módulos de actividades y uno de ayuda, un botón de regresar y uno con el audio que indique el contenido de la interfaz.	Los módulos tienen 5 actividades cada uno.	

Tabla 10: Módulo de inteligencia (memoria).


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz Grafica
Pant03	El módulo de inteligencia (memoria).	Interfaz que contiene las cinco actividades que ejercitan la memoria, un botón de regresar y uno que indique el contenido de la interfaz.	Los elementos de esta pantalla son juegos que ejercitan la memoria.	

Tabla 11: Módulo de percepción.


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz grafica
Pant04	El módulo de percepción.	Interfaz que contiene los 5 objetos en realidad aumentada, un botón de regresar y uno que contenga el audio del contenido de la interfaz.	Los objetos son en 3D y se visualizan posicionando la cámara enfrente de un marcador (Hiro).	

Tabla 12: Módulo de ayuda.

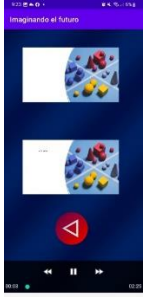
Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz grafica
Pant04	Módulo de ayuda o de conceptos clave.	Interfaz que contiene videos explicativos de los objetos en 3D y conceptos básicos sobre los mismos.	El contenido es apropiado para la edad y fueron avalados por la parte pedagógica.	

Tabla 13: Pantalla para salir de la aplicación.


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz grafica
Pant05	Interfaz para salir de la aplicación.	Interfaz que contiene la pregunta ¿Deseas salir? Y dos botones para contestarla y realizar la acción.		

Tabla 14: Interfaces de la WebXR mediante la plataforma Glitch.

Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario
Pant06-10	Diseño de objetos en 3D.	Interfaz que visualice cuerpos geométricos en realidad aumentada mediante un marcador hiro.	El botón redirecciona a una página web que utiliza la tecnología XR.

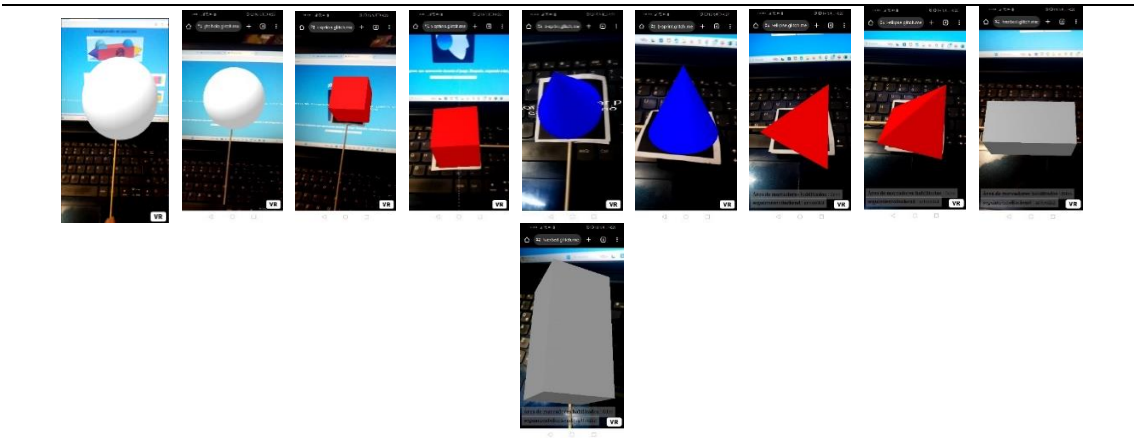

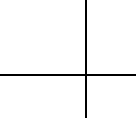
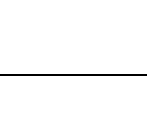



Tabla 15: Interfaces de los minijuegos en Glitch.

Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario
Pant10-15	Programación de los minijuegos en la web	Cinco juegos que ejerciten la inteligencia (memoria), para la retención de conocimientos.	A continuación, se muestran las interfaces de los minijuegos.
Juego 1	Recordando figuras		
Juego 2	Búsqueda de números		
Juego 3	¡Observa y Gana!		

<p>Juego 4</p> 	<p>¿Cuántas veces giró?</p> 		
<p>Juego 5</p> 	<p>Imaginando mi posición</p> 		

Fase 4. Pruebas

En esta fase, se sugiere realizar pruebas de escritorio y de campo; para la investigación, se realizaron pruebas de rendimiento, educativas y de usabilidad (véase tablas 16, 18 y respectivamente). Las pruebas de rendimiento se enfocaron en medir el tiempo de respuesta de la aplicación en segundos. Se evaluaron *smartphones* de gama baja, media y alta en términos de tiempo de inicio de la aplicación, apertura de actividades en el módulo de inteligencia y visualización de la cámara para objetos en 3D. La tabla de rendimiento de la aplicación en *smartphones* (véase tabla 17) muestra los resultados obtenidos con 10 celulares de las marcas *Samsung*, *Motorola* y *Huawei*.

Tabla 16: Pruebas de rendimiento.

Identificador	Prueba por realizar	Resultado esperado	Estatus	Comentario
Prueba01	Rendimiento	Obtener una visión del tiempo de respuesta de las interfaces	Realizada	La conexión a las páginas web no solo depende de la gama sino de la conexión a internet.

Tabla 17: Resultados de la prueba de rendimiento.

Categoría	Baja	Media	Alta
Abrir aplicación			
Tiempo de respuesta para abrir la aplicación	3s en promedio	2s en promedio	.05s en Promedio
Tiempo de cambio entre pantallas	1s en promedio	0.5s en promedio	.03s en promedio
Conexión a internet			
Tiempo de carga de la plataforma	15s primera vez en promedio	8s primera vez en promedio	2s primera vez en promedio
Tiempo de carga con cache	2s en promedio	1s en promedio	0.5s en promedio
Cámara			
Tiempo de respuesta	15s la primera vez en promedio	9s la primera vez en promedio	5s la primera vez en promedio
Tiempo de respuesta con cache	5s en promedio	3.5s en promedio	1s en promedio

Tabla 18: Prueba educativa.

Identificador	Prueba por realizar	Resultado esperado	Estatus	Comentario
Prueba02	Cuestionario compilador de conocimientos y la evolución del usuario.	Que ejercite la cognición y ayude a retener la información.	Realizada	Se utilizó un cuestionario de 10 preguntas y la métrica de precisión, tiempo y errores.

La prueba educativa fue realizada a una muestra de 68 niños y cinco profesoras de 5 y 6 grado de primaria, entre 10 y 12 años en niños y de 30 a 40 en profesoras, de dos instituciones primarias, una ubicada en Valle de Chalco (Paulo Freire) y la otra en el municipio de los Reyes la Paz (Gregorio Torres Quintero), ambas en el Estado de México.

La prueba consistía en un cuestionario compilador de conocimientos antes y después de la interacción con la aplicación (véase figura 21), el usuario utilizó la aplicación por un tiempo promedio de 18 minutos de manera efectiva, en los cuales, pudo explorar los contenidos de la manera que más le gustara. También se utilizaron métricas para poder seguir la evolución de los usuarios, en cada una de las actividades, las métricas utilizadas fueron las siguientes:

- a) Puntuación de juego: Evaluar las puntuaciones de juego para determinar la evolución del usuario.
- b) Tiempo empleado: Evaluar el tiempo utilizado que tarda el usuario en lograr terminar el juego sin y con puntuación perfecta.
- c) Precisión en la ejecución: Evaluar el número de intentos necesarios para lograr realizar la actividad sin errores.
- d) Retención a corto plazo: Realizar un cuestionario de compilación de conocimientos para evaluar la memoria a corto plazo.
- e) Retención a largo plazo: Por cuestiones de tiempo no se realizó.

El sustento de la medición de las pruebas fue avalado por la especialista pedagógica (Mtra. Hilaria Pérez Ruíz, 2024).

- Esta prueba se basa en la premisa de que los juegos diseñados para ejercitar la memoria pueden mejorar el rendimiento cognitivo, especialmente en niños en edad escolar de la quinta fase de la nueva escuela mexicana (10-12 años).
- Se utilizan métricas estandarizadas, como la puntuación en el juego, el tiempo empleado y la precisión en la ejecución, para cuantificar el desempeño de los participantes.
- La evaluación de la retención a corto y largo plazo permite determinar si el aprendizaje adquirido a través de los juegos se mantiene con el tiempo.
- Esta prueba se adapta a las características específicas de la población objetivo (Fase 5 de la nueva escuela mexicana) y utiliza una metodología lúdica y participativa para fomentar el compromiso y la motivación de los participantes.

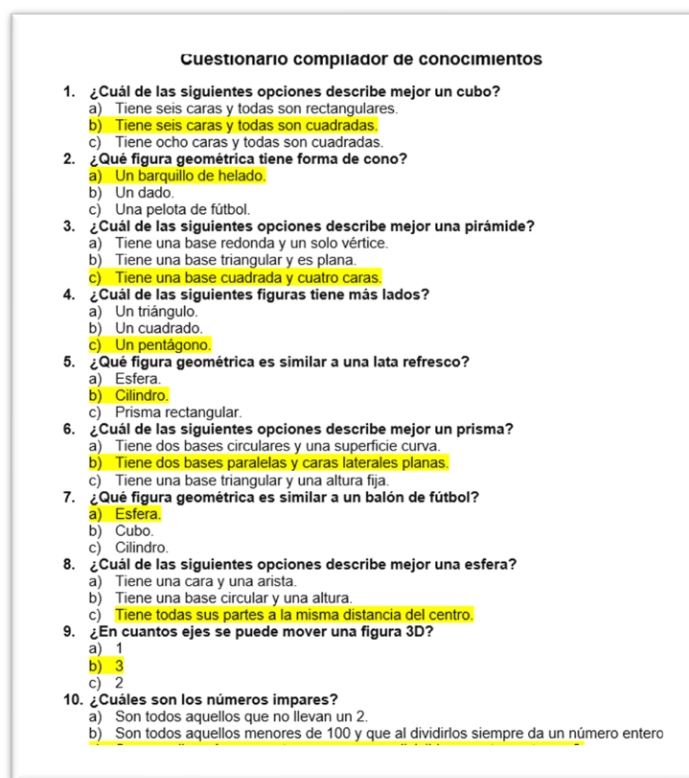


Figura 20: Cuestionario compilador de conocimientos, avalado por la parte especialista pedagógica.

Tabla 19: Resultados de las puntuaciones de los juegos.

Juego	Intento 1 Puntuación promedio	Intento 2 Puntuación promedio	Intento 3 Puntuación promedio	Puntuación por obtener	Evolución de los usuarios
1	5	7	8	10	20%
2	0	2	5	10	50%
3	6	8	10	12	33%
4	3	2	1	1	200%
5	2	3	3	6	17%

Tabla 20: Resultados del tiempo empleado en los juegos.

Juego	Intento 1 tiempo promedio	Intento 2 tiempo promedio	Intento 3 Tiempo promedio	Tiempo promedio	Tiempo estimado a obtener
1	1.2m	1.5m	1.35m	1.35m	1m
2	20s	25s	35s	27s	30s
3	56s	1.25m	1.8m	1.2m	1.5m
4	15s	20s	28s	21s	20s
5	15s	25s	45s	28s	30s
Promedio	2.26m	3.45m	4.23m	3.31	3.3

Tabla 21: Resultados de la precisión en la ejecución de los juegos.

Juego	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Evolución	Porcentaje
	Juegos sin errores	Juegos sin errores	Juegos sin errores	de la precisión	de precisión
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	10	20	25	22	36%
5	0	0	0	0	0
Promedio	2.9	5.8	7.35	6.47	7.2

Tabla 22: Resultados del cuestionario compilador de conocimientos.

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%
Paulo Freire	6 ^a	5.5	7.5	2	20%
Prueba dos					
Gregorio Torres Quintero	5 ^a	5.37	8.4	3.03	30.3%
Gregorio Torres Quintero	5 ^b	5.72	9.2	3.48	34.8%

Tabla 23: Prueba de usabilidad SUS.

Identificador	Prueba por realizar	Resultado esperado	Estatus	Comentario
Prueba03	Usabilidad (SUS)	Obtener una buena usabilidad	Realizada	Consta de 10 preguntas que utilizan la escala de Likert

La prueba SUS fue adaptado a los requerimientos de la investigación, pero solo en cuestión de palabras, la esencia y la forma de evaluar son las que marca la prueba, a continuación, se muestran los cuestionarios aplicados en la figura 23 y 24 respectivamente.






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. ¿Piensas 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. ¿Piensas 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?					

Figura 21: Cuestionario adaptado para niños.

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?					

Figura 22: Cuestionario adaptado para las profesoras.

Tabla 24: Resultados de la prueba SUS.

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

A continuación, se muestran imágenes de los usuarios finales interactuando con la aplicación móvil, en el caso de la escuela Paulo Freire; la interacción fue diseñada como un taller interactivo, donde pudieron tener la asesoría de sus padres, al final se utilizaron estos datos como prueba preliminar, en el caso de la escuela Torres Quintero; la interacción fue de cinco en cinco en un promedio de 18 a 20 minutos por estudiante utilizando la aplicación (véase figuras 23, 24 y 25).



Figura 23: Alumnos de la escuela Torres Quintero del Grupo 5 A.



Figura 24: Alumnos de la escuela Torres Quintero del Grupo 5 B.



Figura 25: Alumnos interactuando con la aplicación, escuela Paulo Freire 5 A y 6 A.

Fase 5. Mantenimiento funcional y educativo

Esta fase no se realizó por cuestiones de tiempo, pero se analizaron los siguientes cambios que están en proceso, pero que ya no son evaluados en este documento.

Tabla 25: Mantenimiento funcional

Identificador	Cambio por realizar	Descripción del cambio	Tipo de Cambio	Justificación	Comentarios
Fun01	Agregar módulo	Se agregará un apartado exclusivo para docentes, donde pueda consultar los datos del alumno.	Es un cambio menor	Llevar un registro de la evolución del alumno	Por realizar

Tabla 26: Mantenimiento educativo.

Identificador	Cambio por realizar	Descripción del cambio	Tipo de Cambio	Justificación	Comentarios
Edu01	Agregar un video explicativo	Se realizará un video donde explique la navegación y contenido del aplicativo	Bajo	Los profesores creen que es conveniente, debido a que se detectó que un porcentaje arriba del 50% de los alumnos no usan los <i>smartphones</i>	Por realizar

4.3 Aspectos tecnopedagógicos

Los aspectos pedagógicos y tecnológicos discutidos y analizados en esta investigación, es el resultado de la interacción de los dos expertos involucrados en este proyecto, es decir; una vez terminada la aplicación móvil, se hizo una mesa de trabajo para discutir los aspectos mínimos a considerar cuando se pretende realizar una aplicación móvil tecnopedagógica.

Tabla 27: Aspectos Pedagógicos, tecnológicos y Tecnopedagógicos

Pedagógicos	
Aspectos	Descripción
Metodologías educativas	Uso de metodologías que integran tecnologías móviles en la educación para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Interdisciplinariedad	Integración de conocimientos de distintas disciplinas para el desarrollo de la aplicación, permitiendo una formación más completa y contextualizada.
Evaluaciones educativas	Implementación de mecanismos para evaluar el impacto educativo de la aplicación, asegurando que cumpla con los objetivos pedagógicos establecidos.
Diseño centrado en el alumno	Enfoque en las necesidades y características del alumno, adaptando la aplicación para mejorar su experiencia y efectividad en el aprendizaje.
Personalización del aprendizaje	Adaptación de contenidos y métodos según las necesidades individuales de los estudiantes, fomentando un aprendizaje más eficaz y motivador.
Gamificación	Uso de elementos de juego en el diseño educativo para aumentar el compromiso y la motivación del estudiante.

Tecnológicos	
Distribución	Estrategias para la distribución de la aplicación a través de plataformas, asegurando accesibilidad y disponibilidad para los usuarios.
Multiplataforma	Desarrollo de aplicaciones que puedan ser utilizadas en diferentes dispositivos móviles, garantizando su funcionalidad en diversos contextos.
Rendimiento	Aprovechamiento de las capacidades técnicas de los dispositivos móviles, como cámaras, memoria, pantalla táctil, para enriquecer la experiencia educativa.
Rapidez en el desarrollo	Implementación de técnicas y herramientas que permitan un desarrollo rápido y eficiente de la aplicación, adaptándose a los cambios tecnológicos.
Accesibilidad	Planificación y ejecución de estrategias para lanzar la aplicación al mercado de manera efectiva y de bajo costo, considerando aspectos de marketing y competencia.
Interfaces y usabilidad	Diseño de interfaces intuitivas y fáciles de usar que faciliten la interacción del estudiante con la aplicación.
Metodologías	Implementar metodologías de software que involucren las disciplinas educativas correspondientes a la temática identificada.

Tecnopedagógico	
Análisis del contexto	Evaluación del entorno educativo y tecnológico para asegurar que la aplicación sea relevante y adecuada para los usuarios y sus necesidades específicas.
Colaboración interdisciplinaria	Trabajo conjunto de expertos en pedagogía, tecnología, psicología, sociales, entre otras áreas para desarrollar aplicaciones integrales y efectivas.
Investigación y desarrollo conjunto	Investigación continua para innovar y mejorar las aplicaciones, adaptándose a las nuevas tendencias y descubrimientos en educación y tecnología.
Formación y capacitación mutua	Formación continua para desarrolladores y profesores sobre las últimas metodologías pedagógicas y tecnologías emergentes.
Proteger los datos sensibles	Consideración de aspectos éticos y de privacidad en el diseño y uso de la aplicación, protegiendo los datos y derechos de los usuarios.

Elaborado a partir de la investigación, el contexto sociocultural de las escuelas y las aportaciones de la Mtra. Hilaria Pérez Ruíz (2024).

El desarrollo de aplicaciones móviles educativas requiere una integración de aspectos pedagógicos, tecnológicos y tecnopedagógicos para ser verdaderamente efectivo. En el ámbito pedagógico, se puede enfocar en los métodos que promuevan el aprendizaje activo,

personalizado y colaborativo, apoyado por una metodología que guíe el progreso del estudiante (Anderson & Krathwohl, 2021). Desde el punto de vista tecnológico, la accesibilidad, usabilidad y la integración de tecnologías emergentes son una parte fundamental para garantizar una experiencia de usuario atractiva y novedosa (Mayer, 2020).

Los aspectos tecnopedagógicos tienen un papel clave al combinar el diseño instruccional y hacer flexible el aprendizaje presencial, virtual y ubicuo, potenciando la motivación a través de la gamificación y asegurando una retroalimentación constante y adaptativa (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2019). Esta interdisciplinariedad permite no solo una educación más eficaz, sino también una experiencia de aprendizaje más personalizada y dinámica.

Este enfoque tecnopedagógico coincide con varios estudios recientes que han mencionado la importancia de estos aspectos en el desarrollo de aplicaciones móviles educativas. Por ejemplo, de acuerdo con Mayer (2020), la integración de tecnologías emergentes y la interdisciplinariedad, así como el personalizar el aprendizaje son fundamentales para mejorar el compromiso y el rendimiento de los estudiantes. Al mismo tiempo, la gamificación y la retroalimentación en tiempo real ha sido utilizada en estudios, que señalan su efectividad en la mejora de la motivación y el aprendizaje activo (Kumar & Herger, 2023).

Para esta investigación, este enfoque integrador de la interdisciplinariedad o tecnopedagógica contribuye al desarrollo de las aplicaciones móviles educativas, proporcionando una referencia de trabajo adaptativa a las necesidades individuales de los usuarios, además responden a las demandas tecnológicas actuales.

4.4 Análisis de resultados

Los resultados obtenidos a través de la prueba t de Student para ambas instituciones educativas indican una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes

tras la implementación del taller “jugando también se aprende”. A continuación, se detalla el análisis de las diferencias observadas en las puntuaciones de pretest y posttest para las dos escuelas.

T-Student

En la primaria Paulo Freire, la media aumentó de 5.375 en el pretest a 8.375 en el posttest. La prueba arrojó un valor t de -5.66 con 30 grados de libertad, y un valor p de 3.65×10^{-6} en la prueba de dos colas. Dado que el valor p es significativamente menor que el nivel de significancia comúnmente aceptado (0.05), se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que la diferencia observada en las puntuaciones no se debe al azar. Estos resultados sugieren que la intervención tuvo un impacto positivo significativo en el rendimiento académico de los estudiantes de esta institución (véase tabla 28).

Tabla 28: Resultados de la t-student de la prueba uno (primaria Paulo Freire).

<i>Concepto</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Media	5.375	8.375
Varianza	3.45	1.05
Observaciones	16	16
Varianza agrupada	2.25	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	30	
Estadístico t	-5.65685425	
P(T<=t) una cola	1.8253E-06	
Valor crítico de t (una cola)	1.69726089	
P(T<=t) dos colas	3.6507E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.04227246	

En la primaria Gregorio Torres Quintero, la media aumentó de 5.727 en el pretest a 9.182 en el posttest. La prueba reportó un valor t de -6.64 con 20 grados de libertad, y un valor p de 1.84×10^{-6} en la prueba de dos colas. Al igual que en el caso anterior, el valor p es considerablemente menor que 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula. Este resultado

confirma que la intervención aplicada fue eficaz en mejorar significativamente el desempeño académico de los estudiantes de esta escuela (véase tabla 29).

Tabla 29: Resultados de la t-student de la prueba dos (primaria Gregorio Torres Quintero).

Concepto	Pretest	Posttest
Media	5.72727273	9.18181818
Varianza	2.61818182	0.36363636
Observaciones	11	11
Varianza agrupada	1.49090909	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	20	
Estadístico t	-6.63508781	
P(T<=t) una cola	9.2163E-07	
Valor crítico de t (una cola)	1.72471824	
P(T<=t) dos colas	1.8433E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.08596345	

En ambos casos, los resultados de la prueba t de Student permiten rechazar la hipótesis nula y concluir que las diferencias entre las medias del pretest y posttest son estadísticamente significativas. Por lo tanto, se puede afirmar que la interacción educativa implementada en las dos escuelas fue efectiva en mejorar el rendimiento de los estudiantes. Estos hallazgos destacan la relevancia de las estrategias pedagógicas empleadas y su importancia en el proceso de enseñanza aprendizaje.

5. CONCLUSIONES

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 las tecnológicas disponibles y a las demandas educativas actuales. 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 de 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 *et al.* (2022) y Guerra *et al.* (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 (Vargas & Martínez, 2023; Palacios & Ruiz, 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.

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.

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.

En conclusión, 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 y 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.

Trabajos futuros

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. Estas adiciones facilitarán una mejor gestión del progreso del alumno y promoverán una mayor comprensión sobre el uso de la aplicación.

Sería recomendable explorar la posibilidad de extender la aplicación para incluir otros módulos educativos y temas de interés. Esto podría incluir el desarrollo de contenidos para

diversas áreas del conocimiento y niveles educativos, lo que enriquecerá la experiencia de aprendizaje y atendería a un público más amplio.

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 beneficioso realizar en diferentes contextos educativos y poblaciones para validar la eficacia de la aplicación a nivel general. Estas recomendaciones están diseñadas para guiar futuras mejoras y asegurar que la aplicación continúe siendo un recurso valioso en el ámbito educativo.

6. REFERENCIAS DE CONSULTA

- Acosta, J. L., León, A. R., & Sanafria, W. G. (marzo de 2022). Las aplicaciones móviles y su impacto en la sociedad. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 14(2), 237-242. Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n2/2218-3620-rus-14-02-237.pdf>
- Acosta, E. J. L., León, Y. A. R., & Sanafria, M. W. G. (2022). Las aplicaciones móviles y su impacto en la sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 237-243. Ecuador; Universidad Regional Autónoma de los Andes. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000200237&lng=es&tlng=es
- Álvarez, T., & Mesías, F. (2022). La realidad virtual como estrategia educativa. Trabajo Fin De Máster. Universidad Europea De Madrid. Obtenido de https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/4511/TFM_AlvarezSanchezTania.pdf
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2021). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Andrés, C., Benedito, I., & Soria, E. (2016). Emocionatest: una herramienta digital (app nativa) para la evaluación de la comprensión emocional en niños y niñas de edad escolar. Repositorio Institucional. <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/64433>
- ArancibiaMuñoz, M., Cabero-Almenara, J., & Marín-Díaz, V. (01 de 31 de 2023). historia personal y trayectoria profesional: elementos clave en la enseñanza con tecnología. *revista campus virtuales*, 12, 1, 9-19. Obtenido de <http://www.uajournals.com/campusvirtuales/es/revistaes/numerosanteriores.html?id=340>
- Area, M., & Adell, J. (2009). e-Learning: Enseñar y Aprender en Espacios Virtuales. *Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet.*, 391-424.

aljibe, Málaga: Juan de pablos. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/216393113_E-Learning_ensenar_y_aprender_en_espacios_virtuales

Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF (1), 1-10. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36648472/Aprendizaje_significativo-libre.pdf?1424109393=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTEORIA_DEL_APRENDIZJE_SIGNIFICATIVO_TEOR.pdf&Expires=1684913579&Signature=NpuCZSl506Ybx9u3jrbrmj-qjXVuIPb9lt~VTX

Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1(1-10), 1-10.

Banco, M. (mayo de 2020). Covid-19: Impacto En La Educación y respuestas de políticas públicas. 10. (Worldbank.org, Ed.) Recuperado el 12 de septiembre de 2022, de <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/143771590756983343-0090022020/original/Covid19EducationSummaryesp.pdf>

Barrera, O. V., & Quiñonez, H. W. (2020). Desarrollo de una aplicación móvil como apoyo en los procesos de enseñanza–aprendizaje del lenguaje en el hogar para niños y jóvenes en situación de discapacidad cognitiva (tesis de grado). Universidad de Córdoba, facultad de ingeniería.

Benito, D. (03 de 03 de 2023). Metodología para la Implementación de Software Educativo basada en elementos tecnológicos y educativos centrados en el proceso enseñanza-aprendizaje. Repositorio Institucional (RI), 181. Valle de Chalco, México, México: Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/138454>

- Bradley, R., & Corwyn, R. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53, 371-399.
- Cabero, J., Valencia, R., Llorente, C., & Palacios-Rodríguez, A. (2023). Nativos e inmigrantes digitales en el contexto de la COVID-19: las contradicciones de una diversidad de mitos. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 16, 1-13. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.42233>
- Cárdenas, I., & Cáceres, M. (2019). Las generaciones digitales y las aplicaciones móviles como refuerzo educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 25-31. Recuperado de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA>
- Castillo, M., & Jiménez, J. (2019). Las teorías de aprendizaje, bajo la lupa TIC. *Acción y Reflexión educativa* (44). Universidad de Panamá, Panamá. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/226/226955009/index.html>
- Roqueta, C., Benedito, I., & Izquierdo, S. E., (2017). Uso de aplicaciones móviles para la evolución de la comprensión emocional en niños y niñas con dificultades de desarrollo. *Revista de Psicología y Educación*, 2017, 12(1), 7-18. Obtenido de *Revista de Psicología y Educación*, 2017, 12(1), 7-18: <https://www.revistadepsicologiayeducacion.es/pdf/142.pdf>
- CogniFit Inc. (s.f.). *CogniFit* “Aplicación móvil”. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cognifit.app>
- Contini, N. (2000). Inteligencia **infanto** juvenil desde un enfoque transcultural. Tesis (10). Tucumán; secretaria de Postgrados y Ciencia y Tecnología UNT.
- Contreras, E. R., & Eguía, J. (2016). Gamificación En Aulas Universitarias. *Gamificación En Aulas Universitarias*, 11, 7-8.

- Díaz, B, C., & Sime, P. L. (2009). Explicación de la metodología de investigación; Guía de investigación en Educación. Pontificia Universidad católica del Perú (PUCP), maestría en educación. Recuperado de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/184/2009/02/boletin2.pdf>
- Díaz, Á., (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. Revista Iberoamericana de Educación Superior, IV (10), 3-21.
- Durán, A., & Bernárdez, B. (abril de 2002). Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software. Informe Técnico LSI-2000-10. Sevilla.
- Egan, K., & Judson, G. (2018). Educación imaginativa: Herramientas cognitivas para el aula (Vol. 214 de educación Hoy). Madrid: Narcea Ediciones. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ZeykDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=herramientas+cognitivas+&ots=PzCIEZNwcy&sig=rejVKMSmC4bdUzG8l3jafEGmDf8#v=onepage&q=herramientas%20cognitivas&f=false>
- Elio, J. (03 de julio de 2016). El español. Obtenido de EL Español: https://www.elespanol.com/elandroidelibre/noticias-y-novedades/20160703/verdad-sirven-brain-games-entrenar-mente/137236652_0.html
- Salas, D. (2021). El trabajo a distancia: Un reto digital para los docentes. En J. A. Trujillo Holguín, A. C. Ríos Castillo, & J. L. García Leos (Coords.), Desarrollo profesional docente: Reflexiones y experiencias de trabajo durante la pandemia (pp. 81-91). Escuela Normal Superior Profr. José E. Medrano R. <https://ensech.edu.mx/wp-content/uploads/2024/01/TP6-1-6-Salas.pdf>
- Fourneret, P., & Fonseca, D. (2019). Niños con dificultades de aprendizaje. (2. Elsevier Health Sciences, Ed.) Barcelona, España: Elsevier Masson SAS. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=7DKRDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Gaitán, V. (2013). Gamificación: el aprendizaje divertido. Educativa; Blog. Recuperado el 20 de mayo de 2023, de <https://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-el-aprendizaje-divertido/>

Gómez, I. E. (2014). Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI. Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI, primera, 256. Veracruz, México: La publicación de este libro se financió con recursos propios de la comunidad DSAE-UV. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication>

Gasca, M., Camargo, L., & Medina, B. (abril-junio de 2014). Metodología para el desarrollo., 20-35. Colombia: Universidad del Magdalena. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257030546003>

Gil, E. (26 de 10 de 2022). Blog Imnentia. Obtenido de Blog Imentia: <https://www.imentia.com/blog/author/emilio/>

Google Play. (2023). Google Play Store. Google. <https://play.google.com>

Guerra, N. B. (2023). Cognición Humana e Inteligencia Artificial. Ficha Técnica De La Asignatura. Universidad Pontificia. Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/76358/Gu%C3%ADa%20Docente.pdf?sequence=1>

Guerra, N. B. (2023). *Cognición humana e inteligencia artificial*. Ficha técnica de la asignatura. Universidad Pontificia. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/76358/Gu%C3%ADa%20Docente.pdf?sequence=1>

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. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/316524878_modelo_de_diseño_de_entorno_constructivista

Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2019). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *International Journal of Computer Games Technology*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/2124329>

Hernández, R. (10 de abril de 2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Revista; Propósitos y Repercusiones*, 5(1), 325-347. doi: doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149

Herrera, M., Guzmán, J. I., & Rodríguez, C., (2020). Desarrollando habilidades de visualización espacial a través de la realidad aumentada en el aprendizaje del cálculo en varias variables. En la 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. 29-31 julio del 2020, Buenos Aires Argentina.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). Alcance de la investigación. En *Metodología de la investigación* (6^a ed.). McGraw-Hill.

INEGI. (2020). Tecnologías de la información y comunicaciones en los hogares. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/>

Inmentia. (3 de 11 de 2023). Obtenido de inmentia (cuidamos de tus recuerdos): <https://www.imentia.com/#team>

Brooks, J., & Duran, G. (1997). The effects of poverty on children. *The future of children*, 7, 55-71.

Jonassen, D. H. (1999). Las computadoras como herramientas mentales para involucrar el pensamiento crítico y representar el conocimiento. *Semantic scholar*, 1-14. Recuperado el 12 de marzo de 2023, de <https://www.semanticscholar.org/paper/Computers-as-Mindtools-for-Engaging-Critical-and-Jonassen/3ef2ee19bfd265faf845c1fdf76484f856183509>

Jonassen, D. H. (1996). Learning from, learning about, and learning with computing: A rationale for mindtools. En *Computer in the classroom: Mindtools for critical thinking* (pp. 3-22). Merrill Prentice-Hall

Joshep, T., & Almenara, J. (2007). Desarrollo cognitivo: Las Teorías de Piaget y Vygotsky. Máster en Paidopsiquiatría, modulo 1, 29. (J. Tomas, Recopilador) Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona. Obtenido de http://www.paidopsiquiatria.cat/FILES/TEORIAS_DESARROLLO_COGNITIVO_0.PDF

Kahoot!. (s.f.). About Kahoot! Company history & key facts. Kahoot!. <https://kahoot.com/company/>

Konca, A. S., & Koksalan, B. (2017). Interacción de los niños en edad preescolar con las TIC en el hogar. *Revista Internacional de Investigación en Educación y Ciencia (IJRES)*, 3(2), 571-581. <https://doi.org/10.21890/ijres.328086>

Kumar, J., & Herger, M. (2023). *Gamification at work: Designing engaging business software*. Addison-Wesley Professional.

Lara, C., & Figueroa, L. (2020). Metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones móviles. TE&ET 2020: Libro de Actas XV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología - Redunci, 206-213. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/103770>

- Lara, F. (2022). *¿Qué árbol es?* “Aplicación móvil”. Apple App Store. <https://apps.apple.com/mx/app/que-arbol-es/id1568743318>
- Lázaro, J. (2020). 10 tecnologías emergentes de 2020 que transformarán el mundo. Digital Rocks. <https://digital-rocks.com/10-tecnologias-emergentes-de-2020>
- León, Y. (11 de enero de 2023). TIC, educación y desarrollo. Revista TINO (86). Obtenido de <https://revista.jovenclub.cu/tic-educacion-y-desarrollo/>
- López, F., & Silva, M. (2016). Factores que inciden en la aceptación de los dispositivos móviles para el aprendizaje en educación superior. *Estudios sobre Educación*, 30, 175-195.
- López, N. E., Rossetti, S. R., Rojas, I. S., & Coronado, M. A. (28 de febrero de 2022). Herramientas digitales en tiempos de covid-19: percepción de docentes de educación superior en México. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. doi:DOI: 10.23913/ride.v12i23.1108
- Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50
- Lumosity. (s.f.). About Lumosity. Lumosity. <https://www.lumosity.com/es/about/>
- Madariaga, F. C. J., Rivero, P. Y., & Leyva, T. A. (2016). Propuesta metodológica para desarrollo de software educativo en la Universidad de Holguín. *Ciencias Holguín*, 22(4), 1-17. (C. d. Holguín, Ed.) Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181548029003>
- Maidana, J., Galain, C., & Mariño, S. (9 de julio de 2017). Metodología D3A para soluciones móviles. Un caso de estudio aplicado a la promoción turística. *Revista Publicando*,

4(13), 21-39. Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste. Obtenido de https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/download/731/pdf_582/3202

Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Mayorga, R. M. F. (2022). Dislexia y el aprendizaje significativo de los estudiantes de básica media de la escuela de Quevedo-Ecuador (tesis de maestría). Universidad César Vallejo. Piura-Perú.

McLloyd, V. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, 53, 185-204.

Mundial, B. (2018). Informe sobre el desarrollo mundial 2018; Aprender hacer realidad la promesa de la educación. Obtenido de <https://openknowledge/WorldBank.org/handle/10986/28340>

Mundial, B. (2021). Actuemos ya para proteger el capital humano de nuestros niños; Los costos y la respuesta ante el impacto de la pandemia del Covid-19 en el sector educativo de América latina y el caribe. (B. Mundial, Ed.) *Washington, DC*. Recuperado el 21 de agosto de 2022, de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35276>

Nobbot (2023, junio 19). *Emocionatest*: una herramienta digital para evaluar la comprensión emocional en niños con autismo. Nobbot. <https://www.nobbot.com/emocionatest-autismo/>

Olivar, G., Anderson, J., & Daza, A. (Julio de 2007). Las Tecnologías De La Información Y Comunicación (Tic) Y Su Impacto En La Educación Del Siglo XXI. *Sistemas de Información Científica Redalyc*, 3(7), 21-41. Maracaibo, Venezuela: Negotium.

Recuperado el 10 de marzo de 2023, de Las Tecnologías De La Información Y Comunicación (Tic) Y Su Impacto En La Educación Del Siglo XXI: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78230703>

Ortiz, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. Sophia, Colección de Filosofía de la Educación (19), 93-110. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441846096005>

Otero, A., & Flores, J. (julio-diciembre de 2011). Realidad Virtual: Un Medio de Comunicación de Contenidos. Aplicación como herramienta educativa y factores de diseño e implantación en museos y espacios públicos. ICONO 14; revista de comunicación y tecnologías emergentes, 9, 2. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552556583012>

Page, M. J., McKenzie, J. E., & Bossuyt, P. M., *et al.* (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

Page, M. J., McKenzie, J. E., & Moher, D. *et al.* (2021). La declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la presentación de informes de revisiones sistemáticas. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Palacios, R., & Ruiz, E. (2020). La educación en línea y la interacción en entornos virtuales. *Revista Internacional de Educación*, 11(3), 75-89. <https://www.ri.educacion.org>

Paolini, C. I., Oiberman, A., & Mansilla, M. (30 de octubre de 2017). Desarrollo Cognitivo En La Primera Infancia: Influencia De Los Factores De Riesgo Biológicos Y Ambientales. *Subjetividad y Procesos Cognitivos*, 21, 162-183. Buenos aires, Argentina: Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/3396/339655686008/html/#redalyc_339655686008_ref33

- Parente, D. (2016). Gamificación en la educación. Gamificación en las aulas Universitarias, 11-20.
- Paz, P. L. A., Tamez, G. G., & Hernández, P. A., *et al.* (2018). Presencia, utilización y aprovechamiento de las TIC en la formación académica estudiantil. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 9(26), 191-210. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2018.26.303>
- Pérez, R. H. (2024). Entrevista personal.
- Perales, F. J. (1992). Desarrollo cognitivo y modelo constructivista en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 13, 173-189. <https://doi.org/10.48035/riifp.13.2024>
- Peña, M. Á., & Escudero, A. (2020). Aproximaciones al aprendizaje ubicuo en ambientes educativos formales: Una revisión sistemática de la literatura, 2014-2019. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(23), 191-210. <https://doi.org/10.22430/21457778.1716>
- Piaget, J. (1973). *La epistemología genética*. Editorial Siglo XXI.
- Piaget, J. (1967). *Biología y conocimiento*. Siglo XXI.
- Piaget, J. (1979). *La toma de conciencia*. Editorial Siglo XXI.
- Quispe, S., Bernal, E., & Salazar, J. (2017). Uso de aplicaciones móviles educativas para niños con dificultades de aprendizaje. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/320338759>

- Rivera, A., Gértrudix, M., & Gértrudix, J. (2021). Realidad aumentada en el ámbito educativo: Análisis de aplicaciones y propuestas de mejora. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 80, 1-20.
- Rodríguez, A. (2021, octubre 11). Avance de 10 años en tecnología. Dirección General de Comunicación Social, Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2021_419.html
- Rodríguez Arocho, W. C. (1999). El legado de Vygotski y de Piaget a la educación. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 31(3), 477-489. <https://www.redalyc.org/pdf/805/80531304.pdf>
- Rodríguez, C., & Enríquez, H. (octubre de 2014). Características del desarrollo en Frameworks multiplataforma para móviles. *Ingenium*, 15(30), 101-117. Colombia. Obtenido de <http://www.revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1362/1152>
- Rodríguez, M. del R., del Castillo, H., & Arteaga, B. (2021). El uso de aplicaciones móviles en el aprendizaje de las matemáticas: una revisión sistemática. *ENSAYOS. Revista De La Facultad De Educación De Albacete*, 36(1), 17–34. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v36i1.2631>
- Rosado, J. L. (2018). Deficiencias de zinc y sus implicaciones funcionales. *Salud Publicas de México*, 40, 2, 181-189.
- Salas, D. B. (2021). El trabajo a distancia: Un reto digital para los docentes. En J. A. Trujillo Holguín, A. C. Ríos Castillo, & J. L. García Leos (Coords.), *Desarrollo profesional docente: Reflexiones y experiencias de trabajo durante la pandemia* (pp. 81-91). Escuela Normal Superior Profr. José E. Medrano R. <https://ensech.edu.mx/wp-content/uploads/2024/01/TP6-1-6-Salas.pdf>

Santillán, R. M. J., & Maldonado, J. D. A. (2017). Desarrollo de una aplicación móvil para la estimulación cognitiva de adultos mayores que padecen alzheimer en fases ligera y moderada utilizando la plataforma Android Studio (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum guide: The definitive guide to Scrum: The rules of the game*. Scrum.org.

Soriano, J. G., & Jiménez, Vázquez, D. (2023). Las ventajas del uso de la realidad aumentada como recurso docente pedagógico. *Revista Innova Educación*, 5(2), 7–28. DOI: <https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.02.00>

Teliz, E. G. (2020). *Propuestas tecnopedagógicas para el web center universitario* (primera edición ed.). Ciudad de México: Newton, Edición y Tecnología educativa. Obtenido de <https://es.scribd.com/read/469454200/Propuestas-tecnopedagogicas-para-el-webcente-universitario>

Téllez, G. M. (2016). *La gamificación en la educación. Tecnología y educación*. Universidad Veracruzana. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-veracruzana/tecnologia-y-educacion/la-gamificacion-en-la-educacion/61120140>

The Competitive intelligence unit. (23 de 3 de 2023). The CIU. Obtenido de The CIU: <https://www.theciu.com/publicaciones-2/2021/10/11/mercado-de-smartphones-en-mxico-al-2t-2021-reconfiguracin-competitiva-a-la-vista>

UNESCO. (2009). *Educación y derechos humanos (Informe N° Ed-2009/Ws/54 Rev)*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000217542_spa

UNESCO. (2023). *La UNESCO hace un llamamiento urgente para un uso adecuado de la tecnología en la educación*. UNESCO. <https://www.unesco.org/es/articles/la->

unesco-hace-un-llamamiento-urgente-para-un-uso-adecuado-de-la-tecnologia-en-la-educacion

Universidad Veracruzana. (s.f.). Introducción a la Investigación aplicada: tipos y características. Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>, recuperado en el 2023.

UNICEF. (02 de 03 de 2021). Las escuelas de más de 168 millones de niños del mundo llevan casi un año entero cerradas por completo debido a la Covid-19. UNICEF-Para cada infancia. (Unicef.org, Ed.) Nueva York. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/escuelas-168-millones-ninos-llevan-casi-ano-entero-cerradas-debido-covid19>

UNICEF. (28 de julio de 2020). Otros 6,7 millones de niños menores de 5 años podrían sufrir de emaciación este año debido a la covid-19. UNICEF-Para cada infancia. (Unicef.org, Ed.) Nueva York. Recuperado el 20 de octubre de 2022, de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/otros-67-millones-de-ni%C3%B1os-menores-de-5-a%C3%B1os-podr%C3%ADan-sufrir-de-emaciaci%C3%B3n-este>

Valdez, E. G. (2019). Aplicación móvil para medir el nivel de atención y concentración en niños con autismo grado 1. 7º Encuentro de Jóvenes Investigadores, 6, 8. (u. d. Guanajuato, Ed.) México. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3117/2581>

Viera, T. T., (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. Universidades, (26), 37-43.

Villalonga, C., & Marta, C. (enero-junio de 2015). Modelo de integración educomunicativa de apps móviles para la enseñanza y aprendizaje. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación* (46), 137-153. Sevilla, España: Universidad de Sevilla. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36832959014>

Vosloo, S. (2013). El contexto del aprendizaje móvil. *Aprendizaje móvil y políticas: cuestiones clave*, 7. Paris, Francia: UNESCO. Recuperado el 20 de marzo de 2023, de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000217638_spa

Zapata, L. F. (24 de agosto-diciembre de 2009). Evolución, Cerebro y Cognición. *Psicología Desde el caribe*. Barranquilla, Colombia: Universidad del norte Colombia. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21312270006>

Anexos

Anexo 1

Se desarrollo un artículo titulado; “Sistema de control retroalimentado como objeto de aprendizaje aplicado a un circuito resistor capacitor”, el cual se expuso mediante una ponencia en junio del 2023 de manera virtual en el **Séptimo *Workshop en Objetos de Aprendizaje 2023*** (*link* de la ponencia; <https://sites.google.com/view/wsoa-2023?usp=sharing>), por último fue publicado como capítulo de libro: “Recursos digitales para apoyar a la docencia y el aprendizaje en diferentes niveles educativos” con el ISBN 978-607-525-989-5 el 31 de agosto del 2023 por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).



La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

A través de la Facultad de Ciencias de la Computación
otorga la presente

CONSTANCIA

A: Edgar Serrano Pérez, Anabelem Soberanes
Martín, Ramiro Castillo Contreras

Por presentar el artículo titulado “*Sistema de control retroalimentado como objeto de aprendizaje aplicado a un circuito resistor capacitor*” en el 7° Workshop en Objetos de Aprendizaje 2023 (WSOA 2023).

“Pensar bien, para vivir mejor”
Puebla de Z., a 19 de junio de 2023


M.I. Maria del Consuelo Molina García
Directora



Of. DGP/639/2023

A QUIÉN CORRESPONDA

PRESENTE:

Por este conducto, hago constar que el libro Recursos digitales para apoyar a la docencia y el aprendizaje en diferentes niveles educativos, con ISBN 978-607-525-989-5, que lleva el sello de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, fue sometido a un proceso de dictamen bajo la modalidad de doble ciego, realizado por expertos en la materia. Lo que garantiza que el texto cumple con la exigencia de calidad científica requerida en la publicación de libros universitarios

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"Pensar Bien, para Vivir Mejor"
H. Puebla de Z., a 31 de agosto 2023

Mtro. Luis Antonio Lucio Venegas
Director General de Publicaciones

Archivo
Minutarlo



Dirección General
de Publicaciones

2 Norte 1404, Centro Histórico
Puebla, Pue. C.P. 72000
Tels. 222 229 55 00 Ext. 5768
222 246 85 59

Anexo 2

Conferencia en la jornada de ciencia y tecnología 2023 realizada por el Tecnológico Universitario de Valle de Chalco (TUVCH); “Uso correcto de la tecnología en la educación”. Además, se presentó el proyecto de tesis; “Desarrollo de una aplicación móvil para el aprendizaje de niños con déficit cognitivo” a la comunidad en general.



El Tecnológico Universitario del Valle de Chalco, A.C.

otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a

LIC. RAMIRO CASTILLO CONTRERAS

Por haber impartido la Conferencia:
“Uso Correcto de la Tecnología en la Educación”
durante la Jornada de Ciencia y Tecnología 2022.

Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México, noviembre 2022.

Lic. Luis Alberto Mojica Galaviz
Director Académico

Anexo 3

Se implemento el taller “Jugando también se aprende” en la Primaria del Estado de México Paulo Freire ubicada en Valle de Chalco, se realizó en mayo del 2024.



Anexo 4

Ponencia denominada “Desarrollo de una aplicación móvil para el aprendizaje de niños con déficit cognitivo: Un enfoque interdisciplinario” en el primer congreso multidisciplinario de investigación del Tecnológico Universitario de Chicoloapan (TESCH): Difundiendo Ciencia en el Estado de México en junio 2024.



The certificate features a decorative border with a repeating leaf pattern in shades of orange and yellow. At the top, it displays the logos of the Government of Mexico, the State of Mexico, the National Technological University, and TESCH. The main text is centered and includes the name of the recipient in a cursive font. A signature and official stamp of the Director General are placed at the bottom center.

Gobierno del Estado de México

ESTADO DE MÉXICO
¡El poder de servir!

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

TESCH
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES
CHICOLAPAN

EL TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CHICOLAPAN

Otorga el presente

RECONOCIMIENTO

a:

Ramiro Castillo Contreras

Por su destacada participación como autor y ponente de la conferencia denominada “Desarrollo de una Aplicación Móvil para el Aprendizaje de Niños con Déficit Cognitivo: Un Enfoque Interdisciplinario”, en el “1er Congreso Multidisciplinario de Investigación del TESCH: Difundiendo Ciencia en el Estado de México”

Ing. Sergio Díaz Chías
Director General

Chicoloapan de Juárez, Estado de México a 28 de Junio del 2024.

Anexo 5

Desarrollo completo de la App imaginando el futuro aplicando la Metodología Conjunta de Aplicaciones Educativas (MCAE)

Contenido

Fase 1: Análisis tecnopedagógico	119
Fase 2: Diseños tecnopedagógico	134
Fase 3: Implementación.....	141
Fase 4: Pruebas.....	147
Fase 5. Mantenimiento funcional y educativo.....	162

Fase 1: Análisis tecnopedagógico

Es la etapa donde se obtiene y analizan los elementos tecnológicos y pedagógicos que se requieren para el desarrollo del aplicativo (requerimientos). A continuación, se enlistan los contenidos a obtener mediante el instrumento del cuestionario (plantilla) predeterminado por la metodología; además de la interacción que se tendrá con el experto en educación durante todo el proyecto (véase Ilustración 1):

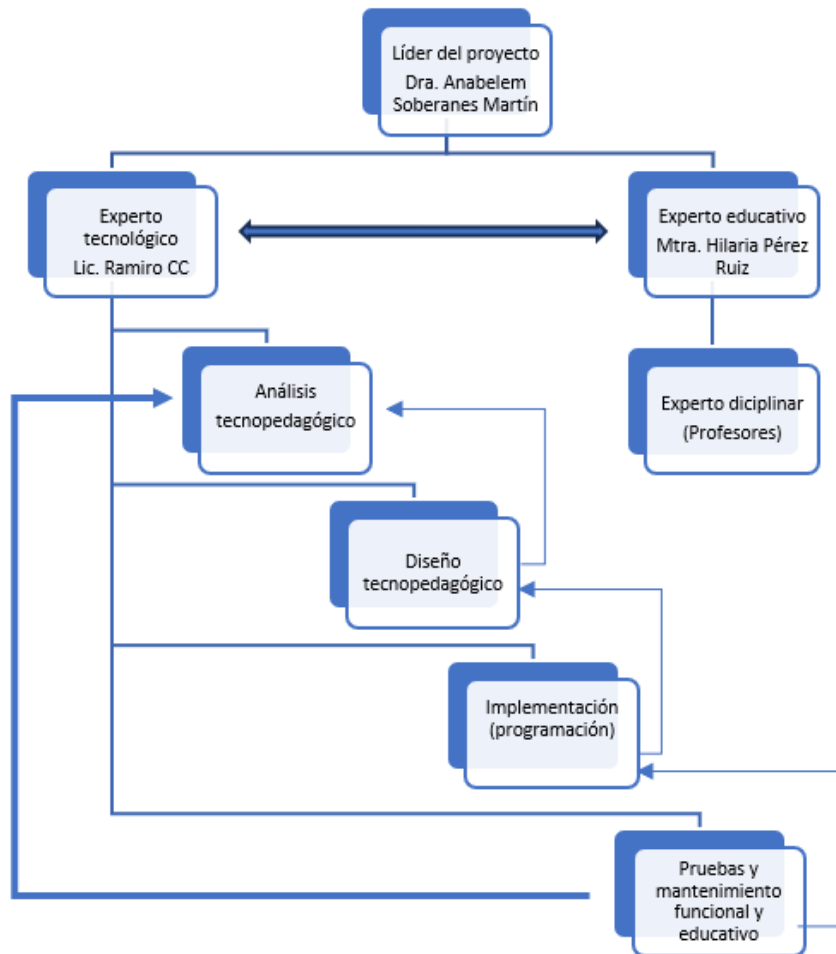


Ilustración 1: Recursos humanos involucrados. Elaboración a partir de Benito (2023).

- El modelo educativo. Determina las actitudes y aptitudes del estudiante que se busca formar (Véase Tabla A-4).
- La teoría pedagógica. Describe las funciones de los actores del PE-A y como ejecutarlos (Véase Tabla A-4).
- Las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Serán las vías de transmisión y adquisición de conocimiento (véase Tabla A-7).
- El diseño instruccional. Son todos los procesos de planeación y ejecución del PE-A (Véase tabla A-7).

- El desarrollo Tecnológico. Marca el rumbo técnico para la construcción de los elementos informáticos (véase Tabla A-9), (Benito, 2023).

La metodología establece perfiles y roles que se deben cubrir para cada fase (véase Ilustración 2), en la cual se pueden cubrir con un mismo perfil ciertas áreas de desarrollo, si algún miembro cubre los perfiles deseados, por eso marca un mínimo de tres colaboradores; un líder de proyecto, el experto en pedagogía y el experto en tecnología. Lo anterior, se gestionó mediante JAD (*Joint Application Development*), esto es; mediante mesas de trabajo y una orden del día se preparaban las actividades a cubrir en cada sesión acordada, la cual terminaba plasmada en una minuta de trabajo con los resultados obtenidos en cada sesión (véase tabla A1 – A3).

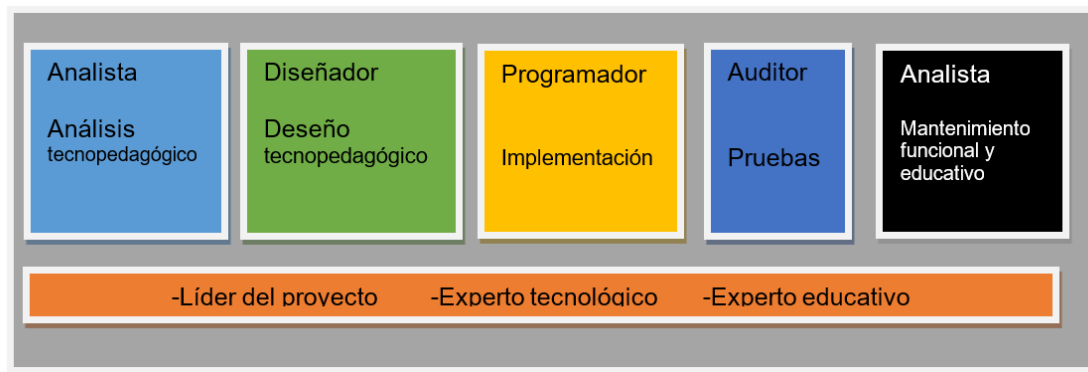


Ilustración 2: Roles de la Metodología.

Tabla A-1: Primer sesión de entendimiento.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
10:30 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Establecer los lineamientos de la colaboración
Minuta de trabajo	
•	Lineamientos de trabajo
•	Colaboradores
	Dra. Anabelem Soberanes Martín Mtra. Hilaria Pérez Ruiz Lic. Ramiro Castillo Contreras
•	Días de trabajo
	Miércoles y viernes
•	Horario de trabajo
	10:50 a 11:30
•	Introducción al proyecto
	Resumen y especificaciones de la investigación
•	Comentarios
	Cambiar memoria por inteligencia.
•	Otros

Investigar el tema de inteligencia para establecer que la memoria es un módulo y no está al nivel de la percepción.
 Que inteligencia existen y como se ejercita la memoria.
 Recomendaciones: Autor recomendado Goleman.

Tabla A-2: Segunda sesión de entendimiento

Orden del día

Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
a	Objetivo:
11:45 am	Determina las actitudes y aptitudes del estudiante que se busca formar.

Minuta de trabajo

• Modelo educativo
Es un documento que toda institución tiene: busca la idea de hombre de manera general.
¿Cuál es el fundamento filosófico y pedagógico?
<ul style="list-style-type: none"> • Filosófico: Plan anual de desarrollo; líneas de pensamiento • Pedagógico: Proceso Aprendizaje-Enseñanza
• Teoría pedagógica
Nombre del creador de la teoría y la teoría en sí
• Cuestionario al dicente:
Preguntas relacionadas a la ejercitación de la percepción e inteligencia (memoria)
• Cuestionario al dicente:
Hacerlo de forma Interactiva
Redactar las preguntas con emoji e imágenes para los alumnos.
Delimitación del aplicativo
A los estudiantes de la fase 5 del nivel básico, mediante la mediación de un docente.
Delimitación de la temática:
Cambiar memoria por inteligencia y percepción (imaginación espacial).

Tabla A-3: Tercera sesión de entendimiento.

Orden del día

Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Describe las funciones de los actores del PE-A y como ejecutarlos.

Minutas de trabajo

• Modelo educativo y teoría pedagógica
Es un documento que toda institución tiene: busca la idea de hombre de manera general
¿Cuál es el fundamento filosófico y pedagógico?
Plan anual de desarrollo: líneas de pensamiento (plan sintético
Pedagógico; proceso Aprendizaje-Enseñanza
• Teoría pedagógica
Nueva escuela mexicana (constructivismo)
• Cuestionario al dicente:
Preguntas relacionadas a la ejercitación de la percepción y memoria
• Cuestionario al dicente:
Hacerlo de forma Interactiva con imágenes

Después de tres sesiones con la parte pedagógica, se establecieron las bases para la obtención de los datos necesarios, para el llenado de los cuestionarios que establece la metodología, para poder obtener la información pertinente, en cuanto al modelo educativo y la teoría pedagógica (véase tabla A-4).

Tabla A-4: Plantilla de los requerimientos tecnopedagógicos, primera parte.

Requerimientos Tecnopedagógicos	
1. Modelo educativo	
Aspectos a obtener	Definición filosófica-pedagógica
	<i>¿Qué tipo de alumno se quiere formar?</i>
	De manera Filosófica: La Nueva Escuela Mexicana: Plantea que las escuelas en México no son universales, sino que son multiculturales y por eso deben adaptarse a los factores socioculturales del estudiante. De manera pedagógica: Se prioriza en el Proceso Enseñanza-Aprendizaje, el aprendizaje puesto que se considera al estudiante el individuo medular de la educación.
2. Teoría pedagógica	
Aspectos a obtener	Definición de los actores
	<i>¿Quién aprende?</i>
	El aprendiz quien estructura su conocimiento a partir de su contexto sociocultural
	<i>¿Quién enseña?</i>
	El docente funge como guía de la construcción del conocimiento del estudiante
Aspectos a obtener	Establecer el Proceso Enseñanza-Aprendizaje
	<i>¿Cómo se lleva a cabo el aprendizaje y la enseñanza?</i>
	El docente utilizará la aplicación “Imaginando el futuro”, para diversas actividades que se adapten a sus módulos; además podrá utilizarlo de manera progresiva, para que el alumno ejercite la cognición de manera gradual, cuando el alumno logre realizar todas las actividades de los módulos, el docente podrá evaluar.
	<i>¿Cuáles son las actividades de los actores durante el proceso?</i>
	El docente deberá implementar el software de manera dinámica, esto hace que este actor se vuelva un mediador entre el software y el estudiante. El docente interactúa directamente con el software en los diferentes niveles y módulos.

En la siguiente sesión (véase tabla A-5) se estableció las estrategias de enseñanza y aprendizaje que los profesores siguen en las aulas, esta información se obtuvo de los cuestionarios (véase Ilustración 3 y 4) que propone esta metodología, la cual se adaptó a las necesidades de la muestra.

Tabla A-5: Cuarta sesión de entendimiento.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:30 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Buscar las vías de transmisión y adquisición de conocimiento.
Minutas de trabajo	
•	Estrategias de enseñanza y aprendizaje
•	Revisar los cuestionarios aplicados a los docentes y dicentes

•	Total, de cuestionarios analizado
	6 de docentes y 60 de dicentes
•	Total, de escuelas visitadas 8
	Solo 3 dejaron realizar los cuestionarios
•	Principales elementos para enseñar:
	Planeación (programas de estudio) Libros de texto Material impreso Internet (habilidades digitales)
•	¿Cuáles son los objetivos de aprendizaje que se tratan de cubrir?
	Perfil de egreso del alumno Dominio de conocimiento de acuerdo con la gradualidad Comprensión del tema y fortalecimiento de los conocimientos previos Manejo de herramientas para la vida

Datos generales				
Nombre de la institución:				
Experiencia laboral en quinto grado de primaria:				
Grado de estudios:				
Edad:	Genero:	Femenino	Masculino	Otro

3. Estrategias de enseñanza y aprendizaje	
	Docente
Aspectos a obtener	Contenidos dirigidos al docente Temas por considerar: inteligencia(memoria) y percepción
	¿Qué elementos necesita para enseñar? Planeación (programas de estudio) Libros de texto Material impreso Internet (habilidades digitales)
Aspectos a obtener	Ajuste de necesidades (comunicación, manejo de contenidos y evaluación)
	¿Cómo ajustas las necesidades de comunicación, manejo de contenidos? Dependiendo de las necesidades del alumno. Dependiendo de sus conocimientos previos. ¿Cómo es el proceso de evaluación? Por proyectos (contenidos y actividades sobre el tema) Evaluación formativa (examen, rubricas, lista de cotejos, portafolio de evidencias) Evaluación continua (inicio, desarrollo, final)
Aspectos a obtener	Nivel de dominio cognitivo-efectivo-volitivo
	¿Cuáles son los objetivos de aprendizaje que se tratan de cubrir? Perfil de egreso del alumno Dominio de conocimiento de acuerdo con la gradualidad Comprensión del tema y fortalecimiento de los conocimientos previos Manejo de herramientas para la vida ¿Cuáles son las habilidades socioemocionales (habilidades blandas/actitudes) que se buscan desarrollar? Manejo de emociones (ira, enojo, frustración). Socialización (comunicación afectiva). Integración. La actitud para realizar las actividades. La empatía, colaboración, apoyo, respeto, trabajo en equipo.

Ilustración 3: Plantilla de cuestionario a docentes.

Datos generales	
Nombre de la Escuela:	Grupo:
Edad:	Genero: <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Otro
Dicente (alumno)	
Economía cognitiva (saturación de contenidos)	
¿Cuánto tiempo inviertes en realizar una actividad académica?	
¿Cómo hacerla?	Tiempo en hacerla
En promedio 15 minutos	Repasar la tarea en promedio 1 hora en promedio 30 minutos
¿Qué herramientas utilizas para realizar tus actividades académicas?	
 Notas y libros de clase 13 respuestas	 Notas, Libros y dispositivos electrónicos 40 respuestas
 Notas, Bibliotecas, accesorios didácticos, etc. 17 respuestas	 Solo utilizo el celular de un familiar 12 respuestas
¿Cómo planeas el desarrollo de tus actividades académicas?	
 Planifico solo y les doy un tiempo determinado a cada una de las actividades. 26 respuestas	 Hago mis actividades con las explicaciones del profesor y con ayuda de mis familiares, adecuo los tiempos de cada actividad. 25 respuestas
 No planifico mis actividades, las realizo cuando tengo tiempo. 9 respuestas	

Motivación	
Aspectos a obtener	¿Qué activa tu interés al aprender?
 Actividades individuales. 14 respuestas	 Actividades con dinámicas. 19 respuestas
 Actividades con juegos. 14 respuestas	 Actividades en equipo. 22 respuestas
¿Cuál es tu sentimiento de acuerdo con lo que has aprendido hasta el momento?	
 Soy feliz cuando me ponen atención. 4 respuestas	 Se lo que necesito y aprendo rápido. 21 respuestas
 Quiero aprender más, pero no sé cómo? 19 respuestas	 En realidad, no sé si he aprendido. 4 respuestas
 Creo que se muchas cosas pero tengo que estudiar mucho. 12 respuestas	
Aspectos a obtener	Comunicación sincrónica y asincrónica
¿Cuál es la modalidad educativa?	
 Voy todos los días a la escuela. 60 respuestas	 Voy a la escuela y tomo clases por la computadora. 1 respuesta
 Mis clases son por la computadora totalmente. 0 respuestas	
¿Tienes comunicación en tiempo real docente-dicente (profesor-alumno)?	
 Sí 56 respuestas	 No 6 respuestas

Ilustración 4: Plantilla de cuestionario a docentes.

En la quinta sesión de entendimiento (véase tabla A-6), se obtuvieron los contextos del uso del aplicativo, para lo cual, se siguió el llenado de la plantilla de requerimientos tecnopedagógicos que recomienda la metodología (véase tabla A-7).

Tabla A-6: Quinta sesión de entendimiento.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
Objetivo	
Diseñar los procesos de planeación y ejecución del PE-A.	
Minutas de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> Diseño instruccional 	
<ul style="list-style-type: none"> Definir el contexto donde se utilizará la aplicación móvil 	
En el aula principalmente, pero podrá utilizarse en cualquier lugar y en cualquier momento.	
<ul style="list-style-type: none"> Los temas centrales son: 	
Percepción (imaginación espacial) e inteligencia (memoria)	
<ul style="list-style-type: none"> Teoría filosófica: 	
La nueva escuela mexicana	
<ul style="list-style-type: none"> Teoría Pedagógica 	
Constructivismo: “Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender”.	
<ul style="list-style-type: none"> Determinar las actividades con y sin el software 	
<ul style="list-style-type: none"> Determinar las evaluaciones con y sin el software 	
<ul style="list-style-type: none"> Determinar los objetivos del aprendizaje 	

Tabla A-7: Plantilla de requerimientos tecnopedagógicos, segunda parte.

Aspectos a obtener		
<i>Contexto educativo</i>		
Definir el contexto educativo donde se impartirá el tema/curso.		
Se utilizará en la ejercitación cognitiva, mediante ejercicios dinámicos, esto es, el profesor da el tema y el alumno podrán utilizar la aplicación después, como una actividad complementaria.		
¿En qué grado escolar se impartirá el tema/curso?		
Quinto grado		
¿Cuál es el tema/curso que se impartirá?		
Inteligencia (memoria) y percepción		
¿En cuánto tiempo estará distribuido el tema/curso?		
Dependerá del grado de avance del alumno o de las indicaciones del docente		
¿Cuáles son los objetivos del aprendizaje?		
Reforzar los conocimientos previos. El alumno podrá contextualizar los objetos en tres dimensiones. Ejercitar la memoria. Obtener una mejor imaginación espacial. Conceptualización del volumen y distancia.		
¿Cuál es la importancia de lograr los objetivos del aprendizaje?		
Nivelar los conocimientos previos de los alumnos para la comprensión de conceptos y así poder mejorar sus habilidades cognitivas.		
Definir la metodología a utilizar durante la(s) sesión/sesiones (secuencias didácticas)		
Establecer actividades en el software	El alumno utilizará el módulo dependiendo al tema abordado en clase.	
Establecer actividades con el software	El alumno identificará conceptos y estrategias para superar los niveles de los módulos.	
Establecer actividades sin el software	Describir la experiencia, cada vez que utilice el software; además de relacionar las actividades que en el software con las vistas en clase.	
¿Cuáles son los temas transversales del tema/curso?		
La memoria, La imaginación, la inteligencia, el volumen, ubicación,		
Definir los recursos a utilizar durante el tema/curso		
Humanos (Docente-alumno), Materiales (Smartphone, recursos de papelería), pedagógicos (estrategias y didácticas)		
Definir los espacios a utilizar durante el tema/curso		
Cualquier lugar cómodo para el alumno		
¿Cómo se llevará a cabo el proceso de evaluación?		
Establecer evaluación profesor-alumno	Definir los instrumentos de evaluación en el software	Estrellas de puntaje
	Definir los instrumentos de evaluación con el software	Tiempo que tarda en pasar los módulos
	Definir los instrumentos de evaluación sin el software	Prueba en papel
Establecer evaluación alumno-profesor	Las emociones sobre el proceso	
Establecer autoevaluación	Las emociones sobre el proceso	

En la sexta sesión de entendimiento (véase tabla A-8), se estableció los requerimientos tecnológicos de la aplicación móvil (véase tabla A-9), en la cual, también participo la parte pedagógica, aunque sea más técnica se recomienda que esté presente para cualquier duda que pueda surgir. El resultado de esta sesión son los requerimientos funcionales y no funcionales del software.

Tabla A-8: Sexta sesión de entendimiento.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Marca el rumbo técnico para la construcción de los elementos informáticos.
Minutas de trabajo	
•	Desarrollo tecnológico
•	Requerimientos funcionales
•	El sistema tendrá un solo usuario
	No se necesitará de contraseñas, pero si se registrará
•	Las pantallas deberán ser fáciles de entender
	Interfaz intuitiva
•	Deberá ser llamativa y con sonidos
	Colores y sonidos acorde a la temática
•	El sistema deberá guardar los tiempos
	un informe de récord
•	Los materiales de apoyo deberán ser visualmente atractivos
	Videos
•	Requerimientos no funcionales
	Los que el equipo de desarrollo determine.

Tabla A-9: Plantilla de requerimientos tecnopedagógicos, tercera parte.

5. Desarrollo tecnológico	
Aspectos a obtener	<i>Ambiente físico</i>
	¿Cuál es la ubicación del equipo donde funcionará el sistema?
	Aplicación para Smartphone
	Indicar si el sistema se instalará y funcionará en una ubicación o en varias
	Se podrá instalar en los dispositivos móviles, pero necesita internet para poder visualizar algunas interfaces
	Describir las condiciones ambientales que se deban considerar tal como temperatura, humedad, problemas eléctricos o magnetismo
	No aplica
Aspectos a obtener	<i>Interfaz</i>
	¿Cuál es el origen o de donde provienen los datos?
	Los ejercicios provienen de la didáctica que la pedagogía sugiere
	¿Los datos alimentan a otros sistemas?
	No, son complemento de los ejercicios de clase
	¿Cuál es el formato de los datos?
	Son imágenes y dinámicas que se complementan con texto explicativo
Aspectos	<i>Usuarios y factores humanos</i>

a obtener	
	¿Quiénes darán uso al sistema?
	Principalmente docentes y alumnos, pero pudiera utilizarla cualquier persona que entre en el contexto establecido y de la manera didáctica correcta
	¿Serán varios tipos de usuarios?
	Usuario único
	¿Cuáles serán sus privilegios o restricciones durante el uso del sistema?
	No aplica
	¿Cuál es el nivel de habilidad tecnológica de cada tipo de usuario?
	Básico
	¿Qué clase de capacitación requerirá cada tipo de usuario para el uso del sistema?
	No hay necesidad de capacitación.
	¿Qué tan fácil le será al usuario comprender y utilizar el sistema?
	El usuario usará la aplicación de forma didáctica, por lo cual dependerá de sus conocimientos previos ya que la interfaz será muy intuitiva.
	¿Qué tan fácil le resultará al usuario hacer uso indebido del sistema?
	No aplica
Aspectos a obtener	<i>Funcionalidad</i>
	¿Qué hará el sistema?
	Auxiliara la ejercitación cognitiva en la parte de la inteligencia (memoria) y percepción mediante la mediación e implementación de un docente.
	¿Cuándo lo hará?
	Cuando, quien enseña requiere complementar o cuando el alumno requiera ejercitar esta parte cognitiva, dependerá de la persona encargada del aprendizaje del alumno
	¿Existen varios modos de operación? (por ejemplo: modo normal, modo seguro, modo a prueba de errores; control parental; entre otros)
	No aplica
	¿Cómo y cuándo se realizará el mantenimiento o actualización del sistema?
	Solo en caso de que el docente o quien enseña señale que necesite alguna otra actividad o que la aplicación realice o manifieste una falla
	Describe las restricciones de velocidad de ejecución, tiempo de respuesta y rendimiento.
	Se adaptará a las características de los aplicativos, desde rendimientos bajos y medios
Aspectos a obtener	<i>Documentación</i>
	¿Cuánta documentación se requiere?
	Manual técnico.
	¿Debe estar en digital, en papel o ambos?
	Digital.
	¿A qué tipo de persona está orientado la diferente información?
	A quien realice las actualizaciones funcionales y educativas.
Aspectos a obtener	Datos
	¿Cuáles son los tipos de datos que se esperan en la entrada y salida?
	Datos de usuario al entrar y métricas al salir.
	¿Con que frecuencia serán recibidos y enviados?
	Cada que ingrese un usuario.
	¿Cuántos datos fluyen a través del sistema?
	Dependerá de la cantidad de actividades que realice el usuario.
	¿Cada cuando debe respaldarse la información?
	Dependerá de la necesidad de los datos.
Aspectos	<i>Recursos</i>

a obtener	
	¿Qué recursos se requieren para construir, usar y mantener el sistema?
	A consideración del equipo de desarrollo.
	¿Cuánto espacio de almacenamiento será ocupado por el sistema?
	Por definir, pero debe brindar la óptima operación del sistema.
	Define las fechas del plan de trabajo para el desarrollo
	De octubre 2023 a abril 2024
	¿Cuál es el monto máximo de dinero a gastar en el desarrollo?
	El financiamiento es otorgado mediante la beca de CONAHCYT.
Aspectos a obtener	Seguridad
	¿Cómo será el acceso al sistema o a la información? (controlado, libre, etc.)
	Libre
	¿Hay alguna manera en especial para aislar los datos de un usuario de los otros? En caso de que la respuesta sea si, descríbala.
	No aplica
	¿Hay alguna manera en especial para aislar los programas de un usuario de los otros programas y del sistema operativo? En caso de que la respuesta sea si, descríbala.
	No aplica
	¿Con qué frecuencia deben hacerse copias de respaldo?
	No aplica
	¿Dónde deben almacenarse las copias de respaldo?
	No aplica
	¿Qué precauciones se deben tomar contra el fuego, el daño provocado por agua o el robo?
	No aplica
Aspectos a obtener	Aseguramiento de la calidad
	Además de confiabilidad, disponibilidad, facilidad de mantenimiento, seguridad ¿Qué otros atributos son requeridos para asegurar la calidad?
	Usabilidad y educativas
	¿Cómo deben mostrarse las características del sistema a personas ajenas al mismo?
	No aplica
	¿Cómo debe detectar y generar un reporte de defectos el sistema?
	Solo deberá informar la falla
	¿Cuánto es el tiempo para la recuperación del sistema después de una falla?
	24 horas
	¿Cómo se deben corregir errores o mejorar el sistema durante el mantenimiento?
	Mediante actualizaciones del equipo de desarrollo
	¿Cuáles son las reglas de trabajo para la eficiencia del uso de recursos y tiempo de respuesta?
	Las que determine el equipo de trabajo
	¿Cómo debe moverse el sistema de una ubicación a otra o de un equipo de trabajo a otro?
	Solo se descarga el aplicativo de la tienda de Apps de Android

En la siguiente sesión (véase tabla A-10) se realizó el llenado de la primera parte del entregable uno (véase tabla A-11), el cual, contiene la planeación didáctica donde se establecen un análisis de lo que se debe tener en cuenta en el desarrollo de la aplicación móvil.

Tabla A-10: Sesión séptima.

Orden del día

Reunión Centro Universitario	
Horario	
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Planeación didáctica

Minutas de trabajo

• Planeación didáctica
• Se analizo la información obtenida anteriormente
Análisis tecnopedagógico
• Se nombro a la aplicación
“Imaginando el futuro”
• Se debatió los contenidos; es decir, la fase
Fase 5 (quinto y sexto de primaria)
• Se delimito el campo formativo al que va dirigido
Saberes y pensamiento científico
• Se hizo la planeación didáctica
Entregable 1

Tabla A-11: Entregable uno, primera parte.

Planeación didáctica					
Nombre del proyecto	Aplicación móvil “Imaginando el futuro”				
Institución:	Primarias	Grupo:	Quinto y sexto 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		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	1. Modelo educativo		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.		
	2. Teoría Pedagógica		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
	3. Definición de roles	EL docente es facilitador de conocimiento y El docente debe de mantener un papel activo
	4. Definición de espacios de aprendizaje	Es ajustable, esto se debe a que está en un dispositivo móvil, por lo cual, puede utilizarlo casi en cualquier lugar.
Evidencia de aprendizaje (competencias)	Métricas de tiempo, precisión, evolución y retención de información. Cualquiera que disponga el que enseña.	

En esta sesión se revisó el nivel cognitivo-afectivo-evolutivo (véase tabla A-12) que se debe tener en cuenta en el desarrollo de la aplicación móvil, para después hacer el llenado del entregable uno en su segunda parte (véase tabla A-13).

Tabla A-12: Sesión octava.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Obtener el Nivel cognitivo-afectivo-volitivo
Minutas de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Nivel cognitivo-afectivo-volitivo • Establecer el objetivo de la aplicación • Establecer los objetivos específicos de la aplicación • Establecer la metodología, del uso del aplicativo • Establecer los temas transversales 	
Instrumentos de evaluación y tipo de evaluación	

Tabla A-13: Entregable uno, parte dos.

Nivel cognitivo-afectivo-volitivo			
Objetivo general			
Ejercitar la inteligencia (memoria) de los estudiantes de quinto grado a través del software, para nivelar el conocimiento adquirido previamente			
Ejercitar la percepción de los estudiantes de quinto grado a través del software, para nivelar el conocimiento adquirido previamente			
Objetivos específicos			
Ejercitar los conocimientos previos del estudiante			
Ejercitar la imaginación espacial			
Reconocer figuras en dos dimensiones			
Reconocer figuras en tres dimensiones			
Ejercitación de la memoria a corto, mediano y largo plazo			
Metodología			
Fase		Recurso	Tiempo

Apertura	El docente da lo conocimientos teóricos del tema y una explicación de la relación de este con el uso de la aplicación	Pizarrón o proyector	El que el profesor crea conveniente
Desarrollo	1.Presentación del software 2.Se revisa el material de apoyo, Los niños podrán ver explicaciones de los temas abordados en el software. 3.Actividades Módulo de percepción; el alumno iniciara desde el nivel uno hasta llegar al quinto nivel, con un grado de dificultad evolutivo. Módulo de inteligencia (memoria); el alumno tendrá interacción con juegos didácticos, los cuales son gradualmente más complejos mediante avanza.	Software	El que el profesor crea conveniente
Cierre	El profesor pide un informe de la experiencia e invita a que relacionen lo visto en clase con la interacción con el software.	Cuaderno y Lápiz	El que el profesor crea conveniente
Temas transversales	Redacción, relación de conceptos, memoria, percepción, inteligencia, juegos de aprendizaje		
Evaluación			
Criterios 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

En la penúltima sesión de la fase uno se realizó el análisis de la información de la parte tecnológica (véase tabla A-14), esta evalúa y analiza los datos adquiridos anteriormente y los plasma en el entregable dos de una forma entendible para ambas partes, aunque se recomienda un lenguaje más técnico (véase tabla A-15).

Tabla A-14: Sesión novena de la fase uno.

Orden del día

Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Aceptación de los requerimientos

Minutas de trabajo

•	Requerimientos funcionales y no funcionales
•	El sistema se alojará en un <i>Smartphone</i>
	Podrá descargarse de la tienda de Apps
•	El sistema pedirá un registro de alias, mas no datos personales
•	El sistema medirá el tiempo de cada actividad
•	El sistema recompensa con estrellas dependiendo del tiempo y errores cometidos para terminar cada nivel
•	El sistema debe ser intuitivo,
•	Cada pantalla debe tener un botón de regresar o salir.
	Requerimientos no funcionales: las que el equipo de desarrollo determine

Tabla A-15: Entregable dos, requerimientos funcionales y no funcionales del software.

Listado de requerimientos					
Identificador	Nombre	Descripción	Complejidad	Impacto	Comentarios
001NF	Alojamiento	Se alojará en el dispositivo móvil y algunas interfaces en la web	Bajo	bajo	
001F	Temática	El software ejercitará la percepción e inteligencia.	Alto	Alto	El contenido será otorgado por la pedagogía.
002F	Didáctica	El contenido de los módulos es de acuerdo con los conocimientos previos del alumno.	Alto	Alto	El contenido será otorgado por la pedagogía.
003F	Usuarios	El software será utilizado por alumnos de la fase 5.	Bajo	Alto	Podrá utilizarse en o fuera del aula, dependiendo de las especificaciones del profesor.
004F	Interfaz	Las pantallas deben ser intuitivas	Medio	Alto	El acomodo de los botones y los colores deberán ser especificados por la pedagogía, siguiendo los estándares.
002NF	Programación	Se desarrollará en Android y Glitch	Alta	Media	se podrá ejecutar en dispositivos de gama baja, media y alta.
003NF	Base de datos	Se desarrollará en SQLite3	Media	Bajo	No guardará datos sensibles.

En la última sesión de la fase uno (véase tabla A-16), se realizó el llenado del entregable tres (véase tabla A-17), este es el llenado de unas plantillas donde se establece la representación tecnoeducativa; es decir, los parámetros instruccionales de los contextos que se unificaron para un mejor desarrollo y aplicación del uso de este software.

Tabla A-16: Sesión decima de la fase uno.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Llenado del formato de representación tecnoeducativa
Minutas de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> Representación tecnoeducativa 	

<ul style="list-style-type: none"> • Obtener las formas de representación de la información, difusión y acceso al conocimiento de la aplicación • Establecer los diseños de los temas, de las pantallas, de los modelos y de los materiales extra que contendrá el aplicativo.
Distribución de la temática
Distribución de las pantallas
Distribución de los contenidos
Diseño del material de apoyo

Tabla A-17: Entregable tres, representación tecnoeducativa.

Representación tecnoeducativa	
Identificador	01RTE
Requerimiento	Distribución de la temática.
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana Teoría Pedagógica: Constructivismo (“ Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender ”)
Requerimiento Tecnopedagógico	Determinar un método de implementación de los módulos
Descripción detallada de la implementación	El módulo de inteligencia (memoria) se abordará mediante el uso de juegos. El módulo de percepción se abordará mediante la imaginación espacial.
Representación tecnoeducativa	
Identificador	02RTE
Requerimiento	Interfaz intuitiva
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana Teoría Pedagógica: Constructivismo (“ Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender ”)
Requerimiento Tecnopedagógico	La distribución de las pantallas deberá ser mediante métricas de usabilidad.
Descripción detallada de la implementación	La distribución del contenido deberá tener una imagen alusiva; además de contener botones de salida y regresar. Cada pantalla tendrá un botón de ayuda, donde explica que hacer en cada actividad. Los colores y los sonidos deberán ser abordados dese métricas ya establecidas.
Representación tecnoeducativa	
Identificador	03RTE
Requerimiento	el sistema se utilizará para la ejercitación cognitiva
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana Teoría Pedagógica: Constructivismo (“Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender”)
Requerimiento Tecnopedagógico	La aplicación presentará material de instrucciones y complementarios para el mejor entendimiento de los temas
Descripción detallada de la implementación	Los módulos deben ser graduales; es decir, de niveles sencillos a complejos. Deben ser acorde a los temas planteados. Debe contener instrucciones claras. Debe tener un icono de ayuda.
Representación tecnoeducativa	
Identificador	04RTE

Requerimiento	Diseño de los materiales de apoyo
Definición pedagógica	Modelo educativo: Nueva escuela mexicana Teoría Pedagógica: Constructivismo (Saber ser, saber hacer, saber convivir, saber aprender”)
Requerimiento Tecnopedagógico	La aplicación debe contener material audiovisual y contenido plano como apoyo a las actividades.
Descripción detallada de la implementación	El material complementario debe estar instalado antes de cada actividad. Además, el estudiante deberá poder acceder a él en cualquier momento.

Los tres entregables fueron revisados por el equipo de trabajo, bajo la supervisión de la parte pedagógica, esta fase tuvo 10 sesiones de entendimiento donde se determinó los requerimientos tecnopedagógicos del aplicativo a desarrollar, los aspectos educativos fueron revisados bajo el plan de estudios sintético 2022 y con la asesoría de cinco profesores de nivel básico y una experta en pedagogía. A continuación, se muestra la fase dos de la metodología.

Fase 2: Diseño tecnopedagógico

Con el análisis anterior de la fase uno, se desarrollan diseños, para proponer las soluciones optimas que se ajusten a las necesidades (Benito, 2023). Es decir, se utilizan herramientas y técnicas que permitan ver de manera visual el resultado final y proponer mejoras antes de gastar recursos innecesarios.

En las tres primeras sesiones de la fase en cuestión (véase tabla A-18 – A-20), se utilizó UML para mostrarle a la parte pedagógica de manera más visual, como interactúa el usuario con el sistema (véase ilustraciones 5 y 6). Además, se hizo uso de las *Mackups* que son una recomendación de la metodología para visualizar de manera grafica como podrían quedar las interfaces de una manera rápida y sencilla (véase ilustraciones 7-10).

Tabla A-18: Sesión uno de la fase de diseño.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Diagramas UML
Minutas de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño tecnopedagógico <ul style="list-style-type: none"> • UML 	
Interacción del estudiante con el sistema	
Interacción del estudiante con el menú	
Interacción del estudiante con el material audiovisual	
Interacción del estudiante con los módulos	
Interacción del estudiante con las instrucciones o ayuda	

Tabla A-19: Sesión dos de la fase dos.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Establecer los diseños preliminares del aplicativo, es decir la estructura de las pantallas e iconos
Minutas de trabajo	
• Diseño tecnopedagógico	
<i>Mackups</i>	
Opciones de inicio de sesión	
Menú	
Pantalla del primer modulo	
Pantalla del segundo modulo	
Iconos	
Secuencia de las pantallas	
Establecer colores	
Secuencia de las actividades	

Tabla A-20: Sesión tres de la fase de diseño.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
	Envío de revisión por correo electrónico
	Objetivo
	Establecer los diseños preliminares del aplicativo, es decir la estructura de las pantallas e iconos
Minutas de trabajo	
• Diseño tecnopedagógico	
• Bosquejos de diseño	
Opciones de inicio de sesión	
Menú	
Pantalla del primer modulo	
Pantalla del segundo modulo	
Iconos	
Secuencia de las pantallas	
Establecer colores	
Secuencia de las actividades	

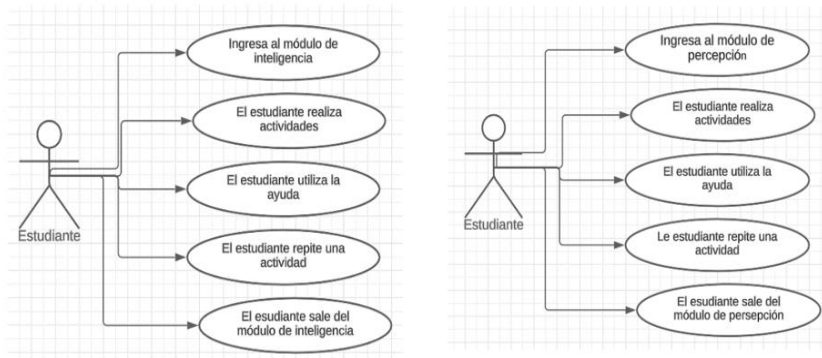


Ilustración 5: interacción del usuario con los módulos.

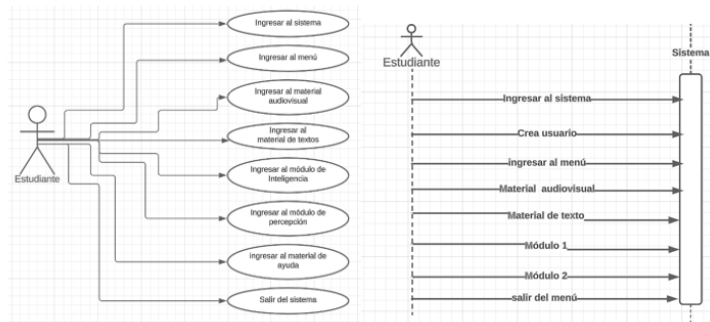


Ilustración 6: interacción del usuario con el sistema.

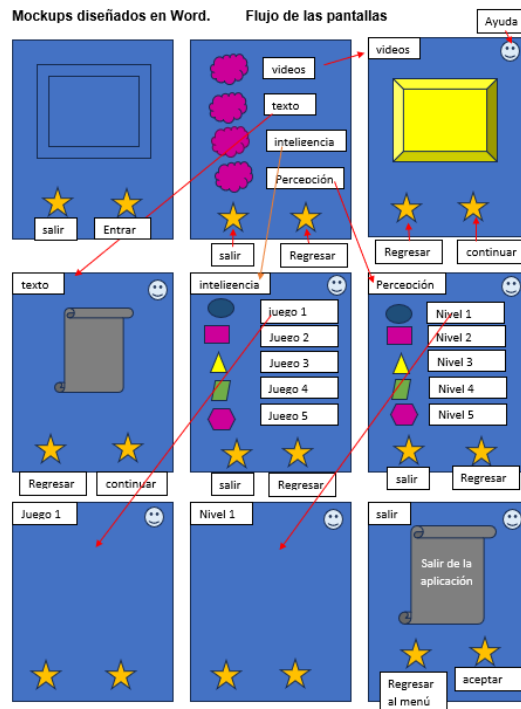


Ilustración 7: Mapa de navegación preliminar de la aplicación.

En la siguiente sesión (véase tabla A-21), se realizó el cambio de los colores, imágenes, iconos de la aplicación, estas propuestas fueron una adecuación por parte de la pedagogía, la cual, sugirió estos cambios para una mejor comprensión de los contenidos.

Tabla A-21: Sesión cuatro de la fase dos.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Establecer los diseños preliminares del aplicativo; es decir, la estructura de las pantallas e iconos
Minutas de trabajo	
• Diseño tecnopedagógico	
Mackups	
Opciones de inicio de sesión	
Menú	
Pantalla del primer modulo	
Pantalla del segundo modulo	
Iconos	
Secuencia de las pantallas	
Establecer colores	
Secuencia de las actividades	



Ilustración 8: Propuesta de colores e iconos.

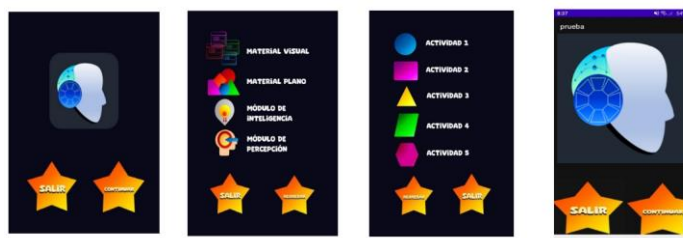


Ilustración 9: Propuesta de interfaces de manera estática.

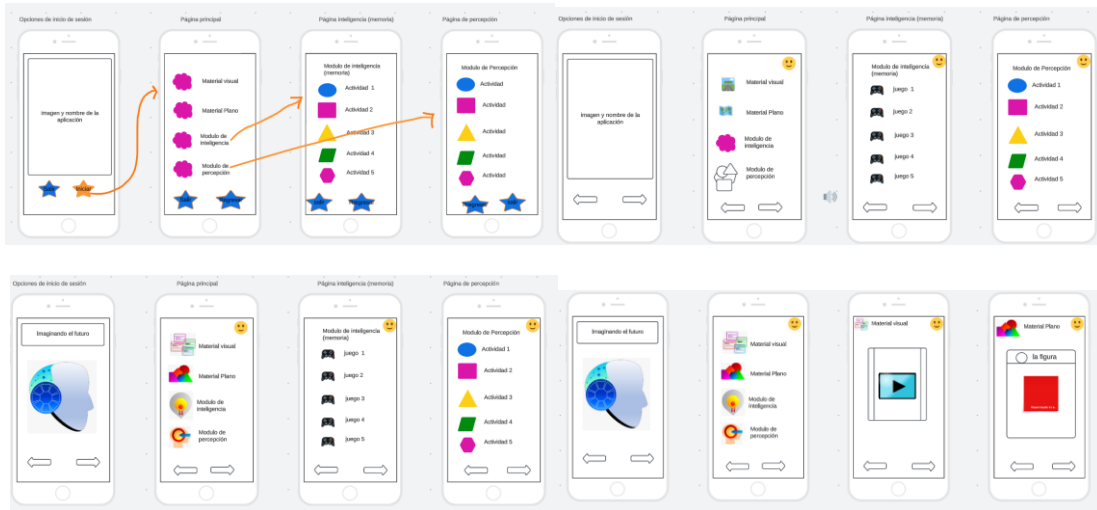


Ilustración 10: interfaces realizadas con la herramienta Lucidchart.

La sesión siguiente (véase tabla A-22) se utilizó para revisar los diseños propuestos por la parte tecnológica, a partir de los requerimientos y las sesiones de entendimiento, hasta este momento todas las pantallas son prototipos realizadas en Word, Lucidchart y solo la ilustración 11 fue realizada en Android de manera estática.

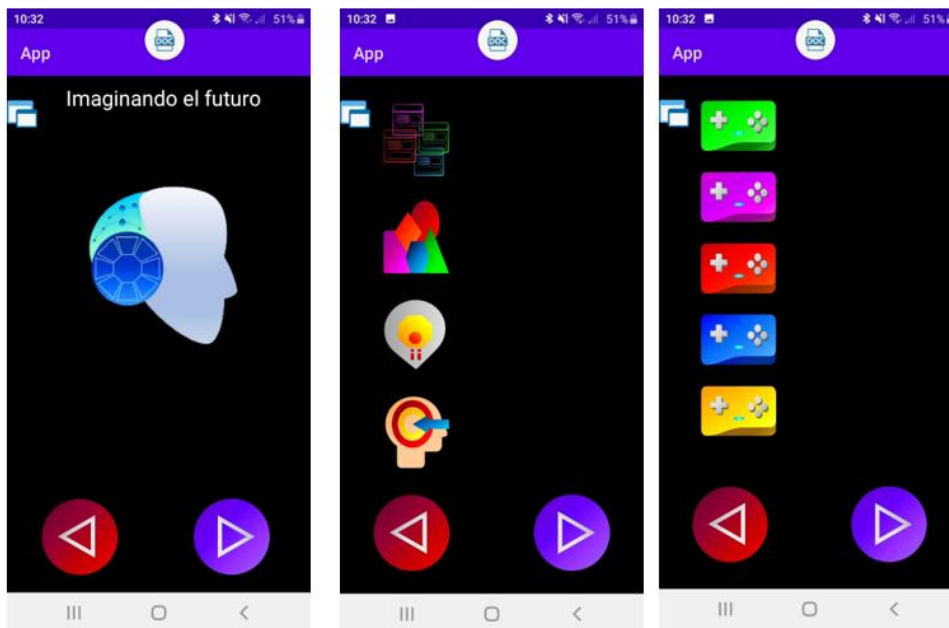


Ilustración 11: Interfaces realizadas en Android.

Tabla A-22: Sesión cinco de la fase de diseño.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
9:30 am	Sala de maestros
	Objetivo
	Revisar el diseño tecnopedagógico y contenidos
Minutas de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> Diseño tecnopedagógico 	
<ul style="list-style-type: none"> Se revisó el flujo de las pantallas y se aceptó con cambios Se revisó el color de las pantallas y se aceptó con cambios Se revisó los iconos y se aceptó con algunos cambios Se acepto los contenidos del módulo de texto plano (pero se revisarán) Se acepto los contenidos del módulo audiovisual (pero se revisarán) Se acepto los contenidos del módulo de percepción (pero se revisarán) Se revisó el contenido del módulo de memoria y está en revisión con para su aceptación 	
Actividades por implementar	
Actividad 1: por definir Actividad 2: por definir Actividad 3: por definir Actividad 4: por definir Actividad 5: por definir	Actividad 1: Figuras planas Actividad 2: Cubo Actividad 3: sucesión de figuras Actividad 4: figura en 3D Actividad 5: figura en 3D

En la sesión siguiente (véase tabla A-23) se definieron las actividades por implementar; además, se volvieron a mostrar unas interfaces (véase ilustración 12), las cuales ya redirecciona a cada interfaz y tienen colores preestablecidos en las sesiones anteriores; también, se preparó un mapa de navegación con imágenes alusivas, pero no definitivas hasta el momento (véase ilustración 13).

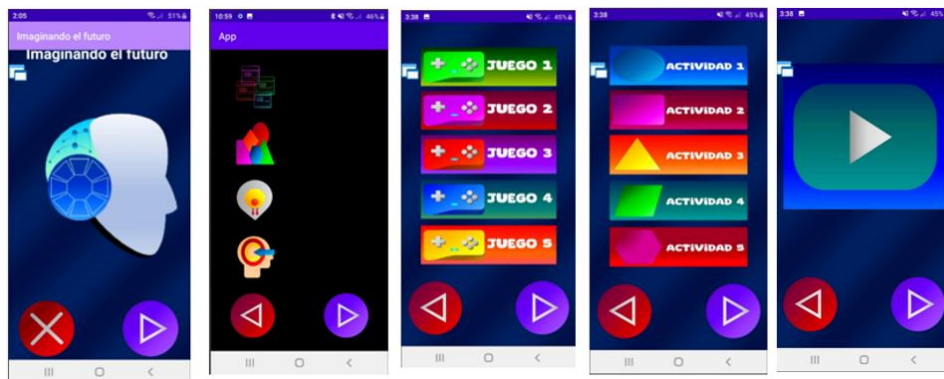


Ilustración 12: Interfaces con interacción.

Tabla A-23: Sesión seis de la fase de diseño.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Revisar el diseño tecnopedagógico y las actividades de los módulos a implementar
Minutas de trabajo	
<ul style="list-style-type: none"> Diseño tecnopedagógico 	

Responder las siguientes preguntas de favor	
1.	¿El flujo de las ventanas está bien? Si
2.	¿Los colores son adecuados ? Si
3.	¿Las figuras e iconos son acorde con lo que se quiere representar ? Hay cambios
4.	¿Flechas en continuar, regresar y una x para salir? Cambios
5.	¿En el módulo de inteligencia los juegos que van de menor a mayor dificultad? Si
6.	¿Los niveles de memoria tendrán imágenes alusivas a la actividad por definir? Si
Actividades definidas	
Actividad 1: Buscando figuras	Actividad 1: Esfera
Actividad 2: Buscando números	Actividad 2: Cubo
Actividad 3: Observa y gana	Actividad 3: Cono
Actividad 4: Cuantas veces giro	Actividad 4: Triángulo
Actividad 5: Adivina la posición	Actividad 5: Prisma

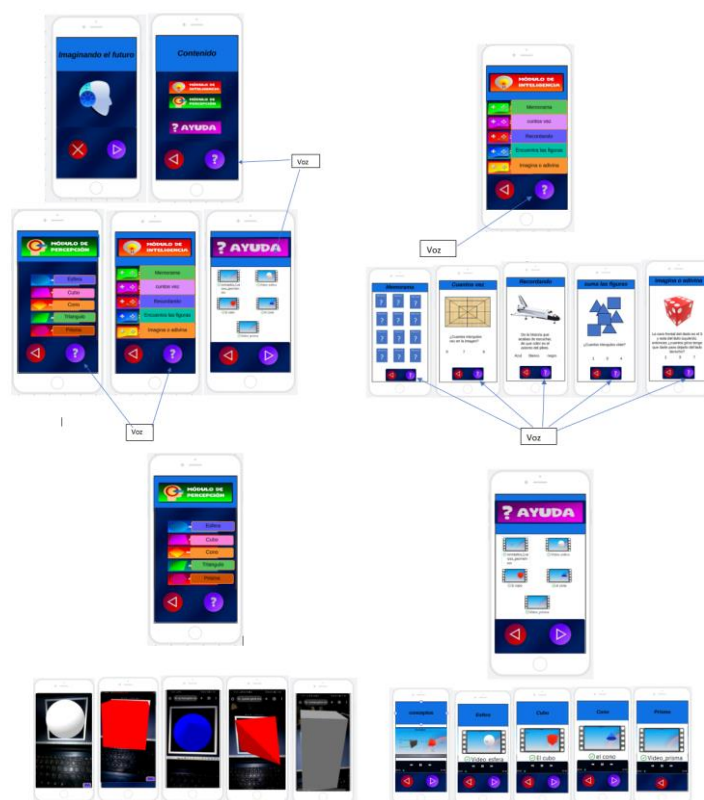


Ilustración 13: Mapa de navegación.

En la última sesión de esta fase (véase tabla A-24), se entregan las interfaces finales del aplicativo (véase ilustración 14), en esta sesión se aceptaron los iconos, colores, actividades y flujo de la aplicación; además, la parte pedagógica explico cómo debe de ser cada actividad, la cual será programada y mostrada para su aceptación en la siguiente fase.

Tabla A-24: Sesión siete de la fase de diseño.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Revisar los diseños finales
Minutas de trabajo	
• Diseño tecnopedagógico	
Colores	Cambiar colores de los iconos
Flujo de las interfaces	Cambiar el botón de avanzar por ¿
Figuras (percepción)	Ya definidas (todas en RA en 3D)
Iconos de menú	Alusivas a la actividad (ya definidas)
Videos	Aceptados
Juegos (memoria)	Aceptados
Interfaces finales	Aceptadas
Actividades definidas	
Actividad 1: Buscando figuras	Actividad 1: Esfera
Actividad 2: Buscando números	Actividad 2: Cubo
Actividad 3: Observa y gana	Actividad 3: Cono
Actividad 4: Cuantas veces giro	Actividad 4: Triángulo
Actividad 5: Adivina la posición	Actividad 5: Prisma



Ilustración 14: Interfaces finales aceptadas.

Fase 3: Implementación

En esta etapa de desarrollo del software se pasan los diseños a lenguaje de programación, los cuales, son elegidos por la parte tecnológica, con base en la experiencia del equipo de desarrollo. A continuación, se muestran las herramientas y lenguajes utilizados para la programación del aplicativo (véase tabla A-26, A-27 y A-28). En una sesión con la parte pedagógica se mostró la aplicación terminada para su evaluación, la cual sugirió algunos cambios (véase tabla A-25).

Tabla A-25: Sesión uno de la fase de implementación.

Orden del día			
Horario		Reunión Centro Universitario	
11:00 am	Aula de dispositivos móviles		
Objetivo			
Revisión de la aplicación móvil por la pedagogía.			
Minutas de trabajo			
• Desarrollo del aplicativo			
Módulos principales			
Actividad 1: Buscando figuras	aceptado	Actividad 1: Esfera	aceptado
Actividad 2: Buscando números	aceptado	Actividad 2: Cubo	aceptado
Actividad 3: Observa y gana	aceptado	Actividad 3: Cono	aceptado
Actividad 4: Cuantas veces giro	aceptado	Actividad 4: Triángulo	aceptado
Actividad 5: Adivina la posición	aceptado	Actividad 5: Prisma	aceptado
Interfaces	Aceptadas		
Comentarios por atender	Video en la primera interfaz Cambiar el nombre; ayuda por videos de apoyo Cambiar el nombre de cuantas veces roto; a cuantas veces giro Poner un color a cada cara del cubo en el juego; cuantas veces giro Ajustar el juego imaginando mi posición; una figura con más colores Indicar el tiempo, errores y número de intentos por juego.		

Tabla A-26: Implementación de las herramientas principales.

Herramientas	Versión	Implementación en el Proyecto
Glitch	Actual (2024)	Utilizada para alojar la parte web de la aplicación.
		Facilito la colaboración y el desarrollo rápido.
SQLite	3	Permitió actualizar contenido web sin necesidad de actualizar la aplicación nativa.
		Permitió el trabajo de la base de datos en forma de archivos, lo que hizo que no sea necesario el uso de servidor externo.
Android	12 (2021)	Almacena los datos del jugador de forma persistente
		Ejecuta la interfaz lógica nativa de usuario
		Ejecuta la lógica de las interfaces en la web de usuario mediante WebView

Tabla A-27: Implementación de las herramientas secundarias.

Herramienta	Versión	Implementación en el Proyecto
Node.js	14	Ejecuta el servidor web con Express.js Proporciona la lógica para interactuar con SQLite y manejar las rutas de API
Express.js	4	Maneja las peticiones para guardar los datos del jugador en la base de datos
WebXR	Versión 2.0 (2021)	Utilizada para crear experiencias de realidad aumentada dentro del contenido web, mediante un botón en la interfaz nativa de la aplicación. Ofrece una experiencia de usuario sin necesidad de instalar aplicaciones adicionales.

Tabla A-28: Implementación de los lenguajes utilizados.

Lenguaje	Versión	Implementación en el Proyecto
HTML	HTML5	Se utilizó para la estructura de la página web 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 interfaz de usuario (UI)
JavaScript	ES6+	Maneja la lógica del juego en la web (por ejemplo; rotaciones del cubo, conteo de intentos, etc.) Controla la interacción del usuario (botones de iniciar, reiniciar, comprobar respuesta)
Java	Jav (JDK 8)	Maneja la lógica de las interfaces de usuario nativas en Android.

El entregable de esta etapa es la misma aplicación en sí, la cual contiene interfaces nativas en Android e interfaces alojadas en la web mediante la plataforma Glitch. Al ser una etapa donde la parte pedagógica funge como auditor, se le presento la aplicación ya instalada para su uso con los cambios correspondientes (véase tabla A-29 - A-36).

Tabla A-29: Interfaz de inicio.

Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz
Pant01	Implementación de la interfaz: Posicionamiento de imagen.	La pantalla principal debe mostrar el nombre de la aplicación y una imagen alusiva.	El diseño e imágenes de todas las interfaces son propios y fueron	


	Botones de navegación. Implementar funcionamiento.	Los botones “Salir” y “Entrar” deben funcionar correctamente, cerrando la aplicación y navegando a la siguiente pantalla, respectivamente.	aceptados por la parte pedagógica.	
--	--	--	------------------------------------	---

Tabla A-30: Interfaz de contenido.


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz
Pant02	Implementación de la interfaz dos: Crear una pantalla que muestre tres opciones principales. Añadir dos botones en la parte inferior. Implementación de funcionamiento.	La pantalla mostrará dos módulos de actividades y un módulo de ayuda. Los botones permitirán navegar entre pantallas, regresar a la pantalla anterior y reproducir un audio explicativo.	El módulo de ayuda contiene videos explicativos de conceptos básicos y los módulos principales son actividades (cinco en cada módulo).	

Tabla A-31: Interfaces de inteligencia (memoria).


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz
Pant03	Implementación de la interfaz tres: Crear una pantalla que muestre cinco actividades. Añadir dos botones en la parte inferior. Implementación de funcionamiento.	Interfaz que contiene las cinco actividades que ejercitan la memoria, un botón de regresar y uno que indique el contenido de la interfaz.	Los elementos de esta pantalla son juegos que ejercitan la memoria.	

Tabla A-32: Interfaz de percepción (imaginación espacial).


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz
Pant04	Implementación de la interfaz cuatro: Crear una pantalla que muestre cinco actividades. Añadir dos botones en la parte inferior. Implementación de funcionamiento.	Interfaz que contiene las cinco actividades que ejercitan la percepción, un botón de regresar y uno que indique el contenido de la interfaz.	Los elementos de esta pantalla son imágenes que ejercitan la imaginación espacial. Los objetos son en 3D y se visualizan posicionando la cámara enfrente de un marcador (Hiro).	

Tabla A-33: Interfaz del material de ayuda.

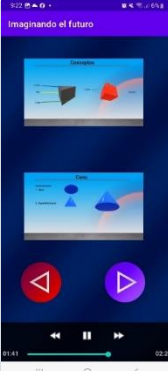
Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz
Pant05	Implementación de la interfaz cinco: Crear una pantalla que muestre videos. Añadir dos botones en la parte inferior. Implementación de funcionamiento.	Interfaz que contiene información de conceptos básicos, un botón de regresar y uno que indique el contenido de la interfaz.	Los elementos de esta pantalla son videos realizados por el equipo de desarrollo.	

Tabla A-34: Interfaz de salida.


Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario	Interfaz
Pant05	Implementación de la interfaz cinco: Posicionar dos botones.	Interfaz que contiene dos botones con las leyendas si y no; además, una pregunta para saber que desea hacer el usuario.		

Tabla A-35: interfaces del módulo de percepción.

Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario
Pant06	Diseño de objetos en 3D.	Interfaz que visualice cuerpos geométricos en realidad aumentada mediante un marcador hiro.	El botón redirecciona a una página web que utiliza la tecnología WebXR.

Tabla A-36: Interfaces del módulo de inteligencia.

Identificador	Código por realizar	Resultado esperado	Comentario
Pant07	Diseño de juegos didácticos, los cuales deben contener, el tiempo, el número de errores y los intentos realizados.	Interfaz que visualice juegos que ejerciten la inteligencia (memoria).	El botón con el nombre del juego redirecciona a una página web.

En la última sesión de esta fase la experta en pedagogía, audito la aplicación, aceptando el uso, de este, para pruebas preliminares (véase tabla A-37), solo se agregó un cuestionario de 10 preguntas al inicio y al final de las interfaces, los resultados se explican a continuación, en la fase cuatro de la metodología.

Tabla A-37: Sesión dos de la fase de implementación.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Aceptación de la aplicación para pruebas preliminares
Minutas de trabajo	
• Aceptación	
Interfaces	Aceptadas
Módulos	Aceptados
Actividades definidas: medir tiempo, intentos y errores; además, de un cuestionario para la memoria de a corto plazo.	
Actividad 1: Buscando figuras	Actividad 1: Esfera
Actividad 2: Buscando números	Actividad 2: Cubo
Actividad 3: Observa y gana	Actividad 3: Cono
Actividad 4: Cuantas veces giro	Actividad 4: Triángulo
Actividad 5: Adivina la posición	Actividad 5: Prisma
Cambios	Agregar un cuestionario al inicio y final de las interfaces.

Fase 4: Pruebas

Se realizaron pruebas de usabilidad, educativas y de rendimiento en *Smartphone* de gama alta y baja; es decir, se midió el tiempo de respuesta de la aplicación, de los juegos y de la cámara, los cuales repercuten directamente en la usabilidad de la aplicación y por ende una buena o mala experiencia del usuario.

A continuación, se muestra la tabla de rendimiento de la aplicación en *Smartphone* de baja, mediana y alta gama (véase tabla A-38) para lo cual, se utilizaron diez de baja; Huawei, Samsung, Motorola, ocho de media; Samsung y Motorola, y dos en el alta; Samsung, Motorola.

Tabla A-38: Rendimiento del *Smartphone* dependiendo su gama.

Categoría	Baja	Media	Alta
Abrir aplicación			
Tiempo de respuesta para abrir la aplicación	3s en promedio	2s en promedio	.05s en Promedio
Tiempo de cambio entre pantallas	1s en promedio	0.5s en promedio	.03s en promedio
Conexión a internet			
Tiempo de carga de la plataforma	18s primera vez en promedio	10s primera vez en promedio	2s primera vez en promedio
Tiempo de carga con cache	3s en promedio	1s en promedio	0.5s en promedio

Cámara			
Tiempo de respuesta	20s la primera vez en promedio	10s la primera vez en promedio	5s la primera vez en promedio
Tiempo de respuesta con cache	5s en promedio	3.5s en promedio	1s en promedio

Esta prueba fue realizada por la parte tecnológica y es el primer entregable de esta fase, los resultados fueron mostrados a la parte pedagógica, en una sesión de entendimiento, donde se planeó la didáctica de la interacción con la escuela Paulo Freire; la parte pedagógica indicó, que no podíamos pedir datos sensibles y en todo momento debería haber un profesor o padre de familia en el lugar; además, se acordó junto con los directivos de la institución que los padres proporcionarían los dispositivos móviles (véase tabla A-39).

Tabla A-39: Sesión uno de la fase de pruebas.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Prueba preliminar
Minutas de trabajo	
	• Prueba en ambiente controlado
Escuela	Paulo Freire
Turno	Vespertino
Horario	De 14:00 a 16:00 horas
Grupos	5 ^a y 6 ^a
Responsables de la escuela	Dos profesoras
Padres de familia	No confirmados
Equipo de trabajos	Dos participantes
Actividades definidas	
El alumno instalará la aplicación con la ayuda de un padre de familia, tutor, profesor o integrante del equipo, después, podrá interactuar con la aplicación una vez allá respondido el cuestionario, que está al inicio y al final de esta interacción, por último, responderá una prueba de usabilidad de la aplicación.	

La primera prueba se realizó a 43 alumnos de la escuela Paulo Freire del turno vespertino (véase ilustración 15) y la segunda, a 27 alumnos de la primaria Gregorio Torres Quintero, también del turno vespertino (véase ilustración 16), una vez realizada la primera prueba, se hizo una reunión de entendimiento para analizar los datos obtenidos (véase tabla A-40).

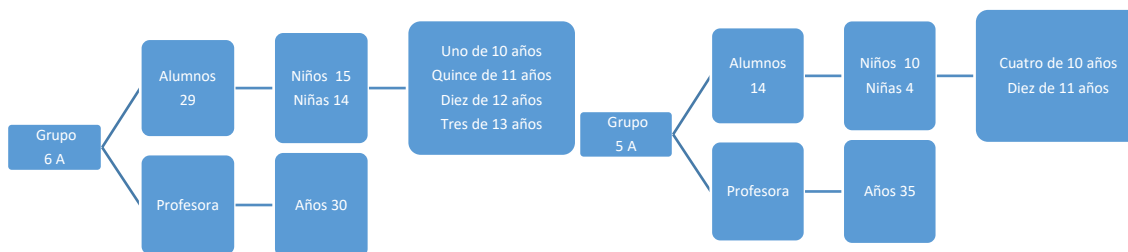


Ilustración 15: Datos de la escuela Paulo Freire.

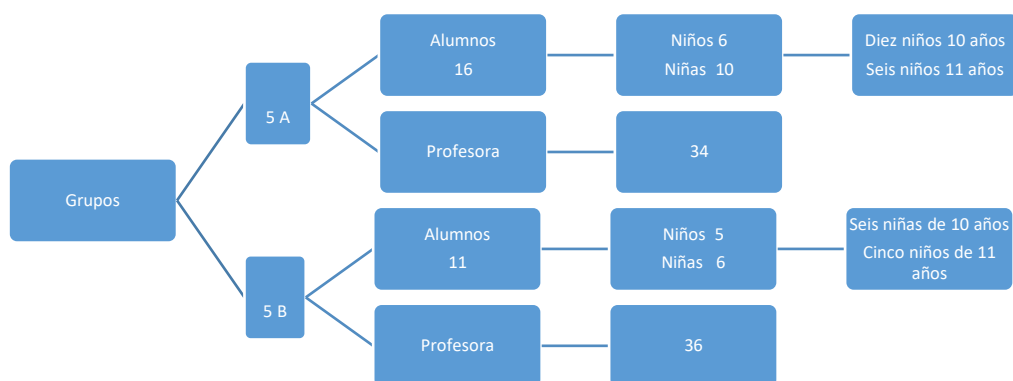


Ilustración 16: Datos de la escuela Gregorio Torres Quintero.

Tabla A-40: Sesión dos de la fase de pruebas.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Análisis de la prueba uno
Minutas de trabajo	
• Pruebas	
Escuela	Paulo Freire
Revisión de métricas	Se estableció como se analizarían los datos obtenidos
Revisión de cuestionario	Se estableció como analizaría el cuestionario
Revisión de usabilidad	Se estableció los cambios para mejorar la usabilidad
Se revisaron cambios a la aplicación para mejorar.	

El cuestionario compilador de conocimientos se utilizó para medir la retención de la memoria a corto plazo (véase ilustración 17), este cuestionario tiene diez preguntas, las cuales abarcan los dos temas principales que ejercita la aplicación y, fueron revisadas y avaladas por la pedagogía. Mientras que, para medir la evolución del usuario, se emplearon métricas ya utilizadas en otras investigaciones como son el tiempo, los errores y la precisión en las actividades (véase tabla A-41).

1. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor un cubo?
 - a) Tiene seis caras y todas son rectangulares.
 - b) Tiene seis caras y todas son cuadradas.
 - c) Tiene ocho caras y todas son cuadradas.
2. ¿Qué figura geométrica tiene forma de cono?
 - a) Un barquillo de helado.
 - b) Un dado.
 - c) Una pelota de fútbol.
3. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una pirámide?
 - a) Tiene una base redonda y un solo vértice.
 - b) Tiene una base triangular y es plana.
 - c) Tiene una base cuadrada y cuatro caras.
4. ¿Cuál de las siguientes figuras tiene más lados?
 - a) Un triángulo.
 - b) Un cuadrado.
 - c) Un pentágono.
5. ¿Qué figura geométrica es similar a una lata refresco?
 - a) Esfera.
 - b) Cilindro.
 - c) Prisma rectangular.
6. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor un prisma?
 - a) Tiene dos bases circulares y una superficie curva.
 - b) Tiene dos bases paralelas y caras laterales planas.
 - c) Tiene una base triangular y una altura fija.
7. ¿Qué figura geométrica es similar a un balón de fútbol?
 - a) Esfera.
 - b) Cubo.
 - c) Cilindro.
8. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una esfera?
 - a) Tiene una cara y una arista.
 - b) Tiene una base circular y una altura.
 - c) Tiene todas sus partes a la misma distancia del centro.
9. ¿En cuantos ejes se puede mover una figura 3D?
 - a) 1
 - b) 3
 - c) 2
10. ¿Cuáles son los números impares?
 - a) Son todos aquellos que no llevan un 2.
 - b) Son todos aquellos menores de 100 y que al dividirlos siempre da un número entero.
 - c) Son aquellos números enteros que no son divisibles exactamente por 2.

Ilustración 17: Cuestionario compilador de conocimientos.

Tabla A-41: Métricas para ver la evolución del usuario.

Identificador	Prueba por realizar	Resultado esperado	Estatus	Comentario
Prueba02	Educativa	Que se ejercite la percepción y la inteligencia (memoria)	Realizada	Se realizó una prueba de conocimientos previos y una después de haber interactuado con la aplicación.
Métricas: <ul style="list-style-type: none"> • Puntuación del juego: Evaluar la puntuación obtenida por cada participante en cada juego; y medir la diferencia del primer juego con respecto al último. • Tiempo Empleado: Registrar el tiempo que cada participante dedica a completar cada juego; y medir el promedio que tarda un jugador en terminar los juegos sin errores. • Precisión en la ejecución: Medir la precisión con la que los participantes completan las tareas de memoria y percepción en cada actividad. • Retención a corto plazo: Realizar una evaluación inmediata después de la finalización de los juegos para medir la retención a corto plazo de la información aprendida (preguntas de conocimientos previos y de acuerdo con la edad y el plan de estudios). 				

- **Retención a largo plazo:** Realizar una evaluación de seguimiento después de un período de tiempo para medir la retención a largo plazo de la información aprendida (no se llegaría a realizar, trabajos futuros).

Sustento

- Esta prueba se basa en la premisa de que los juegos diseñados para ejercitar la memoria pueden mejorar el rendimiento cognitivo, especialmente en niños en edad escolar (11 años).
- Se utilizan métricas estandarizadas, como la puntuación en el juego, el tiempo empleado y la precisión en la ejecución, para cuantificar el desempeño de los participantes.
- La evaluación de la retención a corto y largo plazo permite determinar si el aprendizaje adquirido a través de los juegos se mantiene con el tiempo.
- Esta prueba se adapta a las características específicas de la población objetivo (niños de 11 años) y utiliza una metodología lúdica y participativa para fomentar el compromiso y la motivación de los participantes.

En la ilustración 18, se muestra la prueba que se utilizó para medir la evolución del usuario, con el módulo de percepción (imaginación espacial). Se determinó que los resultados fueran obtenidos del juego cinco, por ser, de las mismas características. Los resultados de la prueba uno, se presenta a continuación.

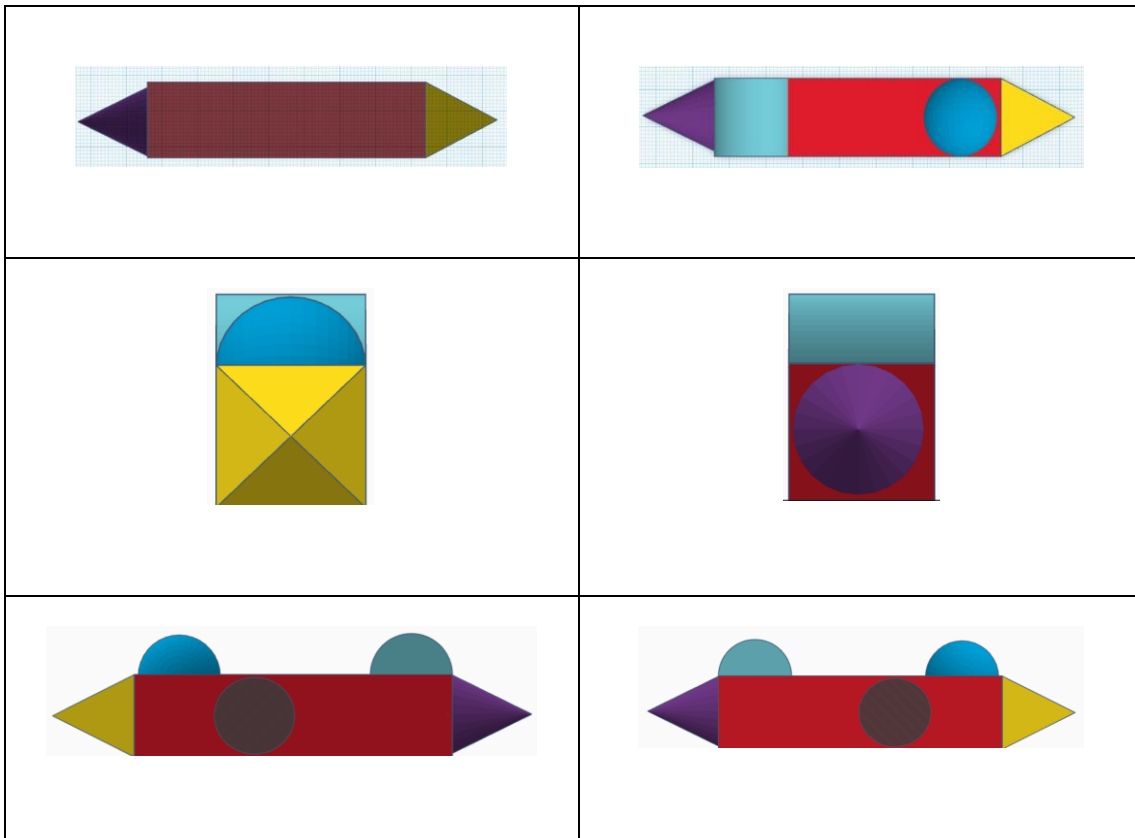


Ilustración 18: Minijuego para medir la imaginación espacial.

Los análisis de los resultados obtenidos fueron mostrados en una sesión de entendimiento a la parte pedagógica (véase tabla A-42), estos datos fueron obtenidos de la base de datos, la cual, guarda el nombre de usuario, la escuela del usuario, la edad, los errores, los intentos, el tiempo que tarda en cada intento y los resultados del cuestionario uno y dos respectivamente con los aciertos e incisos que el alumno respondió (véase tablas A-43 – A-51).

Tabla A-42: Sesión tres de la fase de pruebas.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Reporte de resultados
Minutas de trabajo	
• Prueba uno	
Escuela	Paulo Freire
Reporte de métricas	Se utilizaron 5 juegos como rango
Reporte de cuestionario	Se analizo la diferencia del primer cuestionario al segundo
Reporte de usabilidad	Se reporto que en promedio un 70% de los usuarios mencionaron que no tienen celular propio
Se revisaron cambios a la aplicación para mejorar.	

Tabla A-43: Evolución de los estudiantes en el juego uno; recordando figuras.

Intento	Promedio de jugadas utilizadas	Rondas ganadas	Rondas perdidas	Porcentaje de rondas ganadas	Porcentaje de rondas perdidas	Evolución por ronda en porcentaje
1	17.9	1	74	1.33	98.66	1.33
2	14.5	10	65	13.33	86.66	12
3	16.6	11	64	14.66	85.33	1.33
4	14.6	13	63	17.33	84	2.66
5	15.2	15	60	20	80	2.66
Promedio	15.76	13	65.2	13.33	86.93	3.99

Tabla A-44: Evolución de los estudiantes en el juego dos; búsqueda de números.

Intento	jugadas utilizados Por intento	Rondas ganadas	Rondas perdidas	Porcentaje de rondas ganadas	Porcentaje de rondas perdidas	Evolución por ronda en porcentaje
1	5/10	0	75	0	100	0
2	5/10	0	75	0	100	0
3	5.3/10	1	74	1.3	98.66	1.35
4	5.3/10	1	74	1.3	98.66	0
5	5/10	0	75	0	100	0
Promedio	5.1	0.4	74.6	0.52	99.46	0,27

Tabla A-45: Evolución de los estudiantes en el juego tres; observa y gana.

Intento	jugadas utilizados Por intento	Errores obtenidos por intento	Rondas ganadas	Rondas perdidas	Porcentaje de rondas ganadas	Porcentaje de rondas perdidas	Evolución por ronda en porcentaje
1	12	6.4/12	20	50	26.66	66.66	26.66
2	12	6/12	35	40	46.66	53.33	20
3	12	4/12	40	35	53.33	46.66	6.66
4	12	3/12	50	25	66.66	33.33	13.33
5	12	3/12	55	20	73.33	26.66	6.66
Promedio	12	4.48	40	34	53.32	45.32	14.66

Tabla A-46: Evolución de los estudiantes en el juego; cuantas veces giro.

Intento	jugadas utilizados Por intento	Rondas ganadas sin errores y con errores	Rondas perdidas	Porcentaje de rondas ganadas	Porcentaje de rondas perdidas	Evolución por ronda en porcentaje
1	3	1/25	49	34.66	65.33	34.66
2	3	1/39	35	53.33	46.66	18.66
3	2	1/40	34	54.66	45.33	1.33
4	1	4/58	13	82.66	17.33	28
5	1	3/70	2	97.33	2.66	14.66
Promedio	2	48.4	26.6	64.46	35.46	19.46

Tabla A-47: Evolución de los estudiantes en el juego cinco; imagina mi posición.

Intento	jugadas utilizados Por intento	Rondas ganadas	Rondas perdidas	Porcentaje de rondas ganadas	Porcentaje de rondas perdidas	Evolución por ronda en porcentaje
1	11.5	2	73	2.66	97.33	2.6
2	12	1	74	1.33	98.66	-1.33
3	13	1	74	1.33	98.66	0
4	13	4	71	5.33	94.66	5.33
5	13	2	73	2.6	97.33	-2.66
Promedio	12.5	2	87.2	2,6	97.32	0.78

Tabla A-48: Tiempo efectivo utilizado por los usuarios en la aplicación.

Intento	Recordando figuras	Búsqueda de números	¡Observa y ganal	¿Cuántas veces giro?	Imaginando mi posición	Tiempo total promedio de una ronda	Tiempo en minutos
1	56.73	19.19	117.60	6.4	26.93	226.85	3.78
2	69.33	23	115.22	6.2	22.92	236.67	3.94
3	52.6	22.27	107.92	8.5	25.42	216.71	3.61
4	65.93	23.55	101.12	7	23.86	221.46	3.69
5	52.82	27.16	98	6.2	23.4	207.58	3.34
Tiempo Promedio	59.5	23	107.97	6.86	23.9	221.23	3.68 (18.36 m)

Tabla A-49: Tiempo empleado para lograr rondas sin errores en el juego;¿Cuántas veces giro?

Intento	Tiempo empleado En promedio	Rondas ganadas sin errores
1	6.4	1
2	6.2	1
3	8.5	1
4	7	4
5	6.2	3
Promedio	6.86	2

Tabla A-50: Precisión de los usuarios con la aplicación.

Juego	Promedio de errores por ronda	Intentos ganados con errores	Intentos ganados sin errores	Porcentaje de Precisión
1	8.84/10	50	0	0
2	5.98/5	2	0	0
3	5.85/12	200	0	0
4	1.6/6	232	10	13.33
5	6.7/6	10	0	0
Promedio	5.59	98.8	2	2.66

Tabla A-51: Resultados del cuestionario compilador de conocimientos

Usuarios	Prueba 1	Prueba 2	Diferencia	usuarios	Prueba 1	Prueba 2	% de evolución
1	3/7	6/4	3	1	3	6	30
2	4/6	6/4	2	2	4	6	20
3	6/4	6/4	0	3	6	6	0
4	4/6	7/3	3	4	4	7	30
5	3/7	5/5	2	5	3	5	20
6	4/6	6/4	2	6	4	6	20
7	4/6	5/5	1	7	4	5	10
8	4/6	6/4	2	8	4	6	20
9	3/7	7/3	4	9	3	7	40
10	9/1	9/1	0	10	9	9	0
11	8/2	8/2	0	11	8	8	0
12	7/3	8/2	1	12	7	8	10
13	4/6	7/3	3	13	4	7	30
14	4/6	9/1	5	14	4	9	50
15	4/6	8/2	4	15	4	8	40
Promedio	4.7	6.9	2.13	Promedio	4.7	6.9	22%

La prueba de usabilidad utilizada es SUS, esta se describe en la tabla A-52, la cual, fue adaptada a la población final, se realizó un cuestionario para los alumnos y otro para profesores (véase las ilustraciones 19 y 20), de los cuales la parte pedagógica recomendó algunos cambios (véase la ilustración 21).

Tabla A-52: Prueba SUS.

Identificador	Prueba por realizar	Resultado esperado	Estatus	Comentario
Prueba03	Usabilidad (SUS)	Saber si los usuarios usarían la aplicación	Prueba SUS original	Consta de 10 preguntas que va desde totalmente de acuerdo hasta totalmente en desacuerdo
<p>Se realizó un cuestionario con las siguientes preguntas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Creo que me gustaría usar este sistema con frecuencia. 2. El sistema me pareció innecesariamente complejo. 3. Pensé que el sistema era fácil de usar. 4. Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder utilizar este sistema. 5. Descubrí que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas. 6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema. 7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este sistema muy rápidamente. 8. El sistema me pareció muy engorroso de usar. 9. Me sentí muy seguro usando el sistema. 10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder ponerme en marcha con este sistema. <p>A las cuales podían responder con alguna de las cinco opciones posibles:</p>				
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

Los resultados de esta prueba fueron aceptables, al obtener un promedio de 61.25 puntos en escala de SUS, para el grupo 5ª de la primaria Paulo Freire y de 62.41 para el grupo 6ª de la misma escuela (véase tabla A-53 y A-54). Además, se puede apreciar los porcentajes de usabilidad en la ilustración 22 y 23.

Alumno

Edad _____ Grupo _____ Género _____



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. ¿Te gustaría usar esta aplicación?					
2. ¿Crees que la aplicación es fácil de usar?					
3. ¿Piensas 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. ¿Piensas 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?					

Ilustración 19: Cuestionario de usabilidad para alumnos.

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?					

Ilustración 20: Cuestionario de usabilidad para Profesores.

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. ¿Piensas 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. ¿Piensas 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?					

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?					

Ilustración 21: Cuestionarios adaptados.

Tabla A-53: Resultados del SUS del grupo 5 A.

usuarios	Preguntas Positivas (impares)	preguntas negativas (pares)	Suma total	Puntuación SUS	Interpretación
1	12	11	23	57.5	Indica usabilidad aceptable
2	16	7	23	57.5	Indica usabilidad aceptable
3	10	5	15	37.5	<u>La aplicación es difícil de usar</u>
4	17	9	26	65	Indica usabilidad aceptable
5	20	9	29	72.5	Indica buena usabilidad
6	18	11	29	72.5	Indica buena usabilidad
7	17	8	25	62.5	Indica usabilidad aceptable
8	14	11	25	62.5	Indica usabilidad aceptable
9	14	10	24	60	Indica usabilidad aceptable
10	14	14	28	70	Indica buena usabilidad
11	17	10	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
12	0	14	14	35	<u>La aplicación es difícil de usar</u>
13	13	6	19	47.5	<u>La aplicación es difícil de usar</u>
14	14	15	29	72.5	Indica buena usabilidad
15	19	11	30	75	Indica buena usabilidad
Promedio	14.5	10	24.5	61.25	Indica usabilidad aceptable

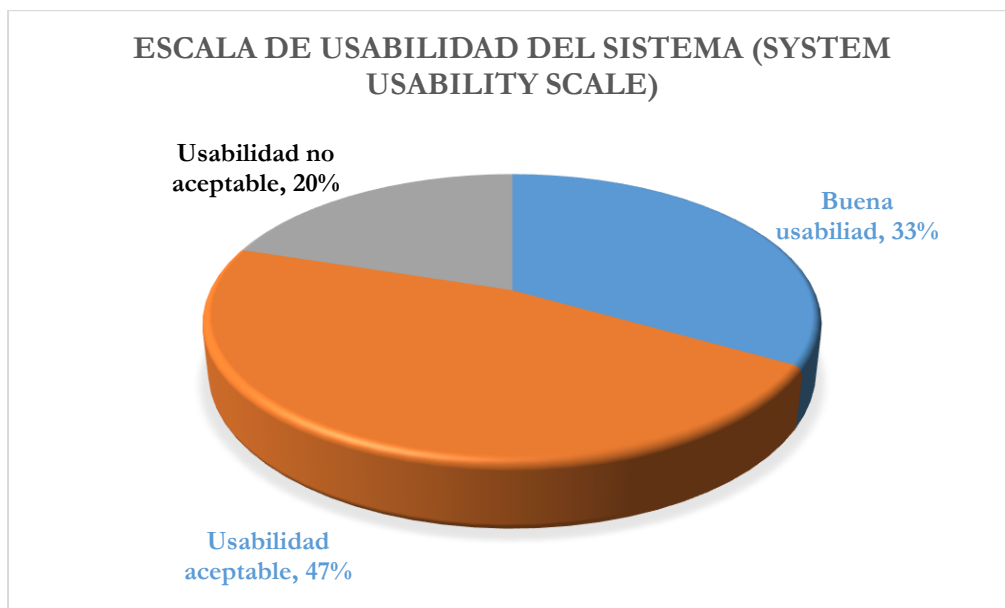


Ilustración 22: Porcentaje de usabilidad del grupo 5 A.

Tabla A-54: Prueba de usabilidad del grupo 6 A de la primaria Paulo Freire.

Usuarios	Preguntas Positivas (impares)	Preguntas negativas (pares)	Suma total	Puntuación SUS	Interpretación
1	13	8	21	52.5	Indica usabilidad aceptable
2	19	12	31	77.5	Indica buena usabilidad
3	15	12	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
4	13	9	22	55	Indica usabilidad aceptable
5	10	2	12	30	<u>La aplicación es difícil de usar</u>
6	15	11	26	65	Indica usabilidad aceptable
7	14	9	23	57.5	Indica usabilidad aceptable
8	15	18	33	82.5	Indica buena usabilidad
9	13	7	20	50	Indica usabilidad aceptable
10	16	10	26	65	Indica usabilidad aceptable
11	12	8	20	50	Indica usabilidad aceptable
12	14	12	26	65	Indica usabilidad aceptable
13	18	4	22	55	Indica usabilidad aceptable
14	17	13	30	75	Indica buena usabilidad
15	11	7	18	45	<u>La aplicación es difícil de usar</u>
16	18	10	28	70	Indica buena usabilidad
17	17	2	19	47.5	<u>La aplicación es difícil de usar</u>
18	16	8	24	60	Indica usabilidad aceptable
19	15	13	28	70	Indica buena usabilidad
20	17	14	31	77.5	Indica buena usabilidad
21	16	15	31	77.5	Indica buena usabilidad
22	18	10	28	70	Indica buena usabilidad
23	12	7	19	47.5	<u>La aplicación es difícil de usar</u>
24	18	11	29	72.5	Indica buena usabilidad
25	19	12	31	77.5	Indica buena usabilidad
26	13	14	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
27	16	8	24	60	Indica usabilidad aceptable
28	8	15	23	57.5	Indica usabilidad aceptable
Promedio	14.92	10	24.5	62.41	Indica usabilidad aceptable

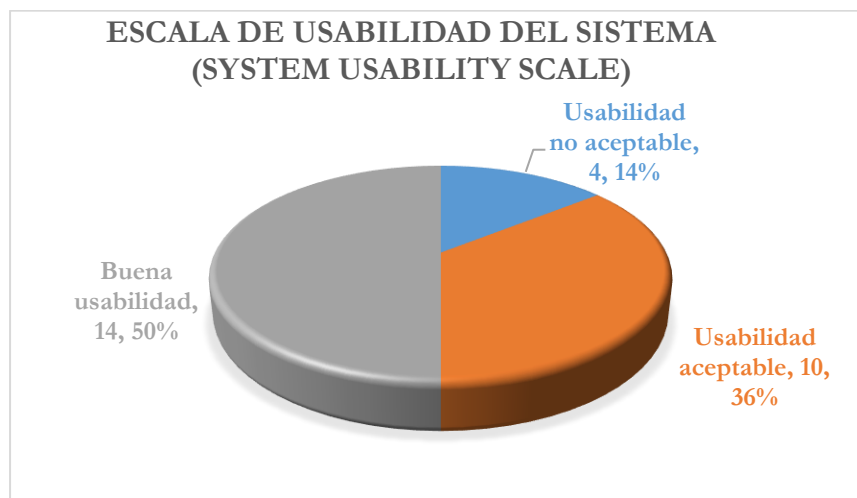


Ilustración 23: Porcentajes de usabilidad del grupo 6 A.

En la sesión cuatro se analizaron los resultados de la prueba uno, se sugirieron mejoras, éstas se discutieron e implementaron para la prueba dos, la cual, fue con 15 días de diferencia, los acuerdos a los que se llegó se encuentran en la tabla A-55.

Tabla A-55: Sesión cuatro de la fase de pruebas.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Reporte de resultados y propuesta de mejoras
Minutas de trabajo	
• Mejoras	
Usabilidad	Aceptable, pero con áreas de mejora
Interfaces	Cambiar las instrucciones de letras a un audio
Cuestionario	Que indique los incisos que tuvo mal y bien en ambas pruebas
Información	Que solo pida una vez los datos
Se revisaron cambios, a la aplicación para mejorar.	

La prueba dos que corresponde a la usabilidad de la aplicación arroja una mejora en cuanto a la experiencia del usuario, al registrar 70 puntos en promedio y alojarse como buena usabilidad (véase tabla A-56 y A-57). Los ajustes realizados pudieron mejorar la experiencia del alumno; sin embargo, los comentarios se situaron en la dificultad de los dispositivos de gama baja para visualizar los objetos en realidad aumentada. Los resultados se pueden ver de manera grafica en las ilustraciones 24 y 25.

Tabla A-56: Resultados de usabilidad del grupo 5 A de la primaria Gregorio Torres Quintero.

Usuarios	Preguntas Positivas (impares)	Preguntas negativas (pares)	Suma total	Puntuación SUS	Interpretación
1	13	8	21	52.5	Indica usabilidad aceptable
2	18	6	24	60	Indica usabilidad aceptable
3	13	15	28	70	Indica buena usabilidad
4	15	12	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
5	16	10	26	65	Indica usabilidad aceptable
6	16	13	29	72.5	Indica buena usabilidad
7	15	12	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
8	16	12	28	70	Indica buena aceptable
9	15	9	24	60	Indica usabilidad aceptable
10	19	5	24	60	Indica usabilidad aceptable
11	17	19	36	90	Excelente usabilidad
12	19	8	27	67.5	Indica buena usabilidad
13	18	16	34	85	Excelente usabilidad
14	18	13	31	77.5	Indica buena usabilidad
15	17	11	28	70	Indica buena usabilidad
16	20	18	38	95	Excelente usabilidad
Promedio	16.56	11.68	28.25	70.62	Indica buena usabilidad

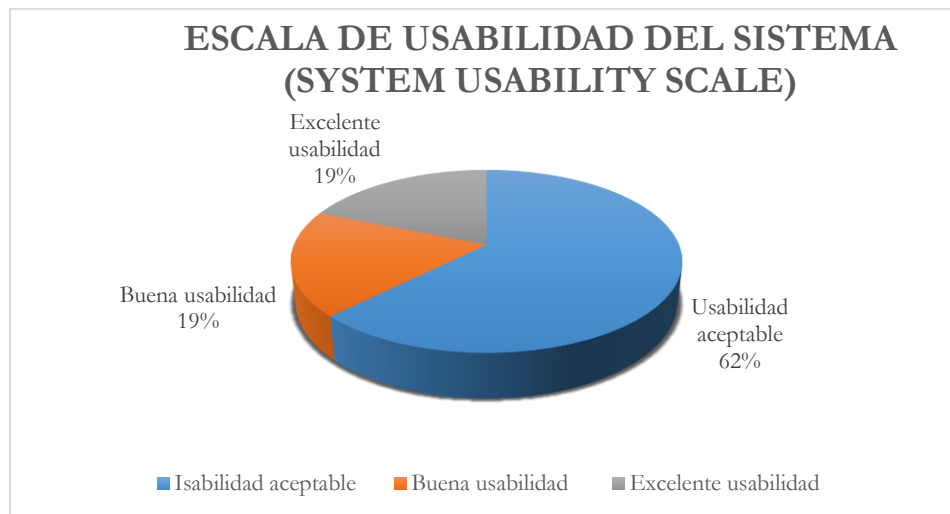


Ilustración 24: Porcentajes de usabilidad del grupo 5 A.

Tabla A-57: Resultados de usabilidad del grupo 5 B de la primaria Gregorio Torres quintero.

Usuarios	Preguntas Positivas (impares)	Preguntas negativas (pares)	Suma total	Puntuación SUS	Interpretación
1	19	11	30	75	Indica buena usabilidad
2	17	9	26	65	Indica usabilidad aceptable
3	19	16	35	87.5	Excelente usabilidad
4	16	11	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
5	13	13	26	65	Indica usabilidad aceptable
6	12	14	26	65	Indica usabilidad aceptable
7	14	8	22	55	Indica usabilidad aceptable
8	19	14	33	82.5	Indica buena usabilidad
9	15	14	29	72.5	Indica buena usabilidad
10	19	8	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
11	10	17	27	67.5	Indica usabilidad aceptable
Promedio	15.73	12.27	28	70	Indica buena usabilidad

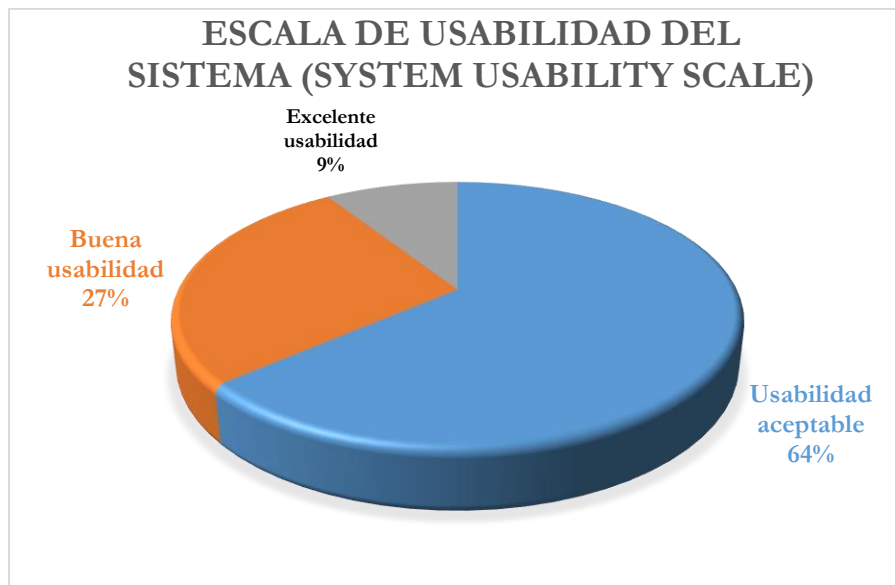


Ilustración 25: Porcentajes de usabilidad del grupo 5^a.

Tabla A-58: Sesión cuatro de la fase de pruebas.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Reporte de resultados y propuesta de mejoras
Minutas de trabajo	
	• Mejoras
Usabilidad	Buena usabilidad, pero con áreas de oportunidad
Interfaces	Sin cambios
Cuestionario	Sin cambios
Educativa	Video explicativo
Módulos	Agregar uno para datos (profesor)

En la última sesión de entendimiento de esta fase (véase tabla A-58) se acordó unas mejoras las cuales se llevarán a cabo en la fase cinco de esta metodología, en la parte funcional, los profesores recomendaron un módulo donde pudieran ver la evolución del alumno, para llevar un registro, en la parte educativa; se sugiere un video explicativo de la aplicación.

Fase 5: Mantenimiento funcional y educativo

Es la fase más larga de la metodología, se sugiere un año por lo menos de seguimiento de esta, la cual, se divide en dos partes, la funcional y educativa, la primera sugiere cambios técnicos y la segunda a la didáctica de los contenidos; es decir, la primera le corresponde a la parte tecnológica, pero deberá reunirse con la parte pedagógica para su aceptación; además, serán evaluados para ver su factibilidad. En la parte educativa, los cambios requeridos deben ser acorde a la temática, didáctica y teoría pedagógica, por lo cual, corresponde a la parte pedagógica evaluar estas modificaciones o en su caso sugerir alternativas.

En la única sesión que se ha tenido hasta el momento en esta fase (véase tabla A-59), se acordaron las dos mejoras que surgieron de los comentarios de los usuarios durante la prueba dos del aplicativo, estos cambios sugieren agregar un nuevo módulo o interfaz para docentes y un video que explique la navegación a los alumnos (véase tabla A-60 y A-61).

Tabla A-59: Sesión uno de la fase cinco.

Orden del día	
Horario	Reunión Centro Universitario
11:00 am	Aula de dispositivos móviles
	Objetivo
	Revisión de posibles mejoras
Minutas de trabajo	
	• Mejoras
Funcional	Poner un módulo para profesores, para ver los registros de la evolución del profesor.
Educativo	Agregar un video explicativo sobre la navegación de la aplicación.

Tabla A-60: Mantenimiento funcional.

Identificador	Cambio por realizar	Descripción del cambio	Tipo de Cambio	Justificación	Comentarios
Fun01	Agregar módulo	Se agregará un apartado exclusivo para docentes, donde pueda consultar los datos del alumno.	Es un cambio menor	Llevar un registro de la evolución del alumno	En proceso

Tabla A-61: Mantenimiento educativo.

Identificador	Cambio por realizar	Descripción del cambio	Tipo de Cambio	Justificación	Comentarios
Edu01	Agregar un video explicativo	Se realizará un video donde explique la navegación y contenido del aplicativo	Bajo	Los profesores creen que es conveniente, debido a que se detectó que un porcentaje arriba del 50% de los alumnos no usan los smartphones	En proceso