

**MÉTODO DE ESTUDIO ALTERNATIVO CON HERRAMIENTA BASADA EN REALIDAD AUMENTADA  
PARA EL FORTALECIMIENTO Y ESTIMULACIÓN DE LA MEMORIA**



**AUTOR**

NICOLAS MORENO POSADA

VALENTINA ALVAREZ CORREDOR

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

**INGENIERO EN MULTIMEDIA**

Director:

**JORGE AUGUSTO JARAMILLO MUJICA**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA EN MULTIMEDIA**

**BOGOTÁ, 27 ENERO 2022**

**Resumen—Los estudios llevados a cabo en una población de jóvenes indicaron que la mayoría está en la necesidad de mejorar su memoria a corto plazo, donde se investigó que el fortalecimiento de esta tiene relación con la estimulación de la memoria espacial. El proyecto propuesto se enfoca en mejorar la memoria a corto plazo utilizando una herramienta tecnológica con Realidad Aumentada (RA), ya que se ha demostrado en diversos estudios que al poner en práctica una aplicación de esta categoría, se mejora el problema relacionado. Por lo tanto, se ha buscado desarrollar una aplicación que permita al usuario organizar y aprender una serie de temas ordenados por él mismo de manera interactiva, mejorando así su desempeño en sus habilidades de aprendizaje y concentración mediante su uso intensivo.**

**Abstract—Many studies in a group of teenagers and young people showed that most of them were in need of a short term memory improvement, where it was found that the enhancement of this memory is linked to the spatial memory stimulation. This project is aimed to improve the short term memory with an Augmented Reality (RA) tool, due to different studies that have shown this problem is improved using this type of application. Therefore, a mobile application is planned to develop allowing the user to organize and learn an arrangement of topics in an interactive way, improving their learning performance and focusing.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

La memoria es un recurso fundamental en el desarrollo del aprendizaje del ser humano, ya que al ser un proceso activo derivado de una experiencia, es necesaria para tener la capacidad de gestionar el conocimiento adquirido. Realizar una consulta de un tema en específico, con el fin de relacionar y ser capaz de aplicar los conceptos aprendidos, esto es una rutina esencial para el aprendizaje y desempeño académico de una

persona. De esta manera, el fortalecimiento de la memoria es la clave para un mejor desarrollo cognitivo del ser humano.

Sin embargo, el proceso de memorización se origina en parte por la capacidad de retención de la información en la Memoria a Corto Plazo (MCP). La MCP, también conocida como memoria de trabajo (MT), es la encargada de almacenar primeramente la información por unos instantes de tiempo mediante el registro sensorial, por lo tanto es limitada.

Así, se pueden procesar y analizar experiencias que ocurren en momentos breves. Por ejemplo, en la comunicación, es un factor clave para mantener el flujo de una conversación, ya que es información que tal vez a largo plazo no sea relevante, pero sí en el momento.

Mediante un proceso de repeticiones, la información almacenada en la MCP se almacenará en la Memoria a Largo Plazo (MLP), donde esta información podrá ser consultada después de un amplio periodo de tiempo. Por ejemplo el aprendizaje memorístico, donde al memorizar los conceptos a través de un método repetitivo, se logra almacenar esta información en la MLP para ser consultada a futuro. Aunque existen otros métodos de aprendizaje donde sus enfoques no son de un proceso repetitivo.

Si se hace una relación entre elementos y conceptos que se quieren aprender, se facilita la memorización del contenido, esto es un método conocido como Aprendizaje Cognitivo. Usualmente los elementos son experiencias cercanas u objetos familiares que permiten recordar fácilmente su relación con el concepto.

Otro factor importante en este proceso cognitivo es la Memoria Espacial (ME), donde es almacenada la información de los elementos ubicados alrededor de quien los percibe. Por ejemplo, recordar los lugares que se han visitado o la ubicación de algún elemento específico en este lugar. Una de las características más relevantes de la ME es su relación con la MCP, ya que se ha demostrado en estudios previos que la MCP puede ser fortalecida mediante la estimulación de la ME y de esta forma mejorar notablemente el proceso cognitivo. Por ello, se propone el diseño de una herramienta multimedia en un proyecto de investigación, en la cual se implementa la RA (Realidad Aumentada) como elemento motivador y de incentivo, buscando en este estimular el uso de la MCP y a su vez reforzar la estructura cognitiva del estudiante.

## II. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a diversos estudios relacionados con la memoria y sus implicaciones en diversos campos, Gomez (et al, 2019) menciona que se ha encontrado que en edades tempranas, el cerebro que aún se encuentra en su fase de desarrollo, es una ventaja para el mejoramiento de las capacidades cognitivas, ya que además de potenciar otras capacidades del ser humano, como la comunicación, en el ámbito académico contribuye de manera significativa al desempeño de la persona.

Continuando con lo anterior, se encontró que existe una relación entre el aprendizaje, la memoria visual, la percepción visual y la concentración, lo cual resulta ser bastante importante para el desempeño óptimo de habilidades memorísticas, procesos de

retención de información y la memoria a corto plazo, con el fin de aumentar la capacidad intelectual del ser humano durante la infancia. [1]

Además, en el ámbito académico, la exigencia dentro del proceso escolar, obliga a generar en los estudiantes estrategias cognitivas que permitan la adquisición de conocimiento de manera correcta, según Márquez (2019) se ha encontrado que el bajo rendimiento de algunos estudiantes, es un resultado de un aprendizaje de baja calidad, seguido de un desempeño deficiente de la MCP, como se comprueba en su estudio realizado a un grupo de estudiantes de una institución educativa, donde el nivel de desempeño de la MCP dadas unas actividades lúdicas practicadas a los estudiantes, demostró un déficit del 46.4 %, esto sugiere generar métodos alternativos para el fortalecimiento de la memoria en la población juvenil, con el fin de mejorar su desempeño académico. [2]

En otro estudio llevado a cabo por Villagómez (et al, 2017) en el cual se pretendía conocer la relación que existe entre las funciones ejecutivas de los jóvenes ecuatorianos y entender su comportamiento disciplinario y académico. Se demostró que la MCP en la lectura y escritura es esencial, basados en el desempeño de los estudiantes en la materia de Lenguaje y los resultados de las pruebas realizadas en su MCP. Además, se menciona que la información al momento de leer y escribir debe ser retenida correctamente, de esta forma se puede tener claridad sobre las siguientes oraciones y entender la información presentada. [3]

Esquivel (et al, 2019) mencionan que las habilidades cognitivas están presentes en diferentes acciones de los individuos para llevar a cabo tareas. Por ello, la MCP juega un

papel importante en el comportamiento de los estudiantes. Mediante distintos métodos de aprendizaje como el ensayo-error, descubrimiento, castigo-recompensa, la asociación o por medio de ejemplos, el ser humano está predispuesto a aprender sin la necesidad de ser forzado a tomar un método en específico, de manera que sienta una satisfacción por el esfuerzo realizado. Por lo tanto, las herramientas que representan alcanzar un objetivo y motivar a un individuo para lograrlo, pueden generar contribuciones significativas en su desarrollo académico, por ejemplo un videojuego o algún producto gamificado enfocado en reforzar el aprendizaje. [4]

De igual forma, Soto (et al, 2016) menciona que en los estudiantes universitarios, predomina la implementación de estrategias cognitivas para el aprendizaje durante su proceso académico, pero que puede trascender a su entorno diario y de esta forma desarrollar técnicas que fortalezcan su MCP. [5]

En vista de los estudios mencionados anteriormente, se decide llevar a cabo un proyecto en un Semillero de Investigación, para diseñar una herramienta involucrada en la estimulación de la memoria de un grupo selecto de estudiantes, de modo que, se pueda ver como su implementación influye en su desempeño académico.

Para comprobar y validar situaciones en el manejo de la MCP, se llevó a cabo una prueba que buscaba evaluar el desempeño en el uso de la memoria de trabajo de los estudiantes. Esta prueba consiste en memorizar un número aleatorio de tres cifras durante cuatro segundos, que luego no podría ser visualizado. Después, este debía ser digitado de nuevo y el sistema validará si era igual al mostrado en pantalla o no. En

caso de ser correcto se mostraba otro número aleatorio, pero esta vez de cuatro cifras durante cuatro segundos, si este era digitado correctamente de nuevo, se repetiría este proceso aumentando el número de cifras, hasta que el usuario cometiera un error. Basado en el número de intentos que tuviera correctos se obtenía un puntaje como resultado. [6]

Esta prueba se realizó a una población de estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Multimedia de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), del periodo 2019-I, donde la mayoría tenía 17 años. Los resultados estuvieron entre los 5 y 6 intentos. Estos resultados se encuentran en el Gráfico 1 y la Tabla 1 en la sección de Anexos de este documento (capítulo VIII).

Analizando dichos resultados, se comprueba una deficiencia existente de la MCP en la mayoría de casos. Por lo tanto, se realizó un estudio de las herramientas desarrolladas con RA aplicadas a la ME y su impacto en la MCP. Así, la presente investigación se centra en el fortalecimiento de la memoria en dichos estudiantes, haciendo un énfasis en la capacidad de retención de la información en la MCP y la estimulación de esta a través de la ME para así lograr llevar esta información a la MLP.

### III. OBJETIVOS

**Objetivo General:** Fortalecer el proceso de memorización en estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Multimedia en la UMNG a través de una aplicación basada en la Realidad Aumentada y así diseñar un método de estudio alternativo.

#### **Objetivos Específicos:**

- Fundamentar teóricamente el desarrollo de esta herramienta

mediante la investigación de estudios previos que relacionen la memoria espacial y visual con los métodos de estudio y el aprendizaje.

- Aplicar instrumentos de recolección de datos de las pruebas preliminares sobre la memoria a corto plazo.
- Justificar mediante pruebas realizadas a estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Multimedia de la UMNG una bajo rendimiento existente en su memoria a corto plazo.
- Elaborar e implementar un modelo de ingeniería de software para la herramienta propuesta en el proyecto. Desarrollar prototipos de la herramienta final con el uso de Unity y ARCore.
- Implementar la herramienta en una población conformada por jóvenes estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Multimedia en la UMNG.
- Aplicar instrumentos de recolección de datos de las pruebas en la implementación de la herramienta sobre la memoria a corto plazo.
- Contrastar los resultados obtenidos antes y después de dicha implementación.

#### **IV. MARCO TEÓRICO**

En primera instancia, puede darse una definición del aprendizaje, como el proceso en el cual se origina o modifica un comportamiento o se adquiere un conocimiento de una forma más o menos permanente. Por lo tanto, se tiene que tanto habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores que pueden ser modificados o adquiridos, suelen ser

resultados del estudio de la experiencia, la instrucción, el razonamiento o la observación.

Según Florez (2005), “aprender es el proceso por el cual se adquiere cierta información y posteriormente es almacenada para después ser utilizada”. Existen diferentes maneras en que puede ser utilizada, ya sea de forma mental, es decir, recordando un acontecimiento, dato o un concepto, o también instrumental, a través de la realización de alguna tarea manual. En cualquiera de estos casos, el proceso de aprendizaje exige que la información acceda a través de los sentidos, sea procesada y de esta manera almacenada. Sin embargo, para ello se distinguen cuatro procesos esenciales, los cuales son: La atención, la motivación, la comunicación y finalizando con la memoria, la cual es el eje central de este proyecto de investigación. [7]

También se incluye otra definición del aprendizaje, como un proceso por el cual una persona con mayor experiencia, asiste a una persona menos experimentada mediante la demostración, la ayuda o el uso de ejemplos. [8]

Collins (1989) afirma que “se refiere a centrarse en el aprendizaje mediante experiencia guiada, en habilidades y procesos cognitivos y metacognitivos, más que físicos.” De esta manera, comienza a abordarse el concepto de “aprendizaje cognitivo” dentro de la investigación, ya que además de la asistencia de una persona a otra dentro de una actividad, aquel que realiza la acción estar a comprometido con el uso de sus sentidos, siendo en este caso el más predominante la visión, de esta forma la información captada ser a procesada dentro del sistema cognitivo [9].

Sin embargo, a raíz de las definiciones dadas sobre el aprendizaje, se observa una relación estrecha con los procesos cognitivos y como el proceso de memorización potencia a un mejor desempeño a nivel del aprendizaje del ser humano, es por ello que puede desglosarse este proceso de memorización comenzando con el término de memoria de trabajo, el cual según Baddeley (1974), se define como un proceso cerebral que provee almacenamiento temporal y manipulación de la información necesaria para tareas cognitivas complejas como la comprensión de lenguaje, aprendizaje y razonamiento [10] por lo que se requiere que este almacenamiento sea simultáneo y procesado constantemente de aquí según M.C. Etchepareborda, et al, se deriva el concepto de memoria a corto plazo, como: “La memoria a corto plazo, memoria mediata, memoria de trabajo (MT) o funcional, es la que guarda y procesa durante breve tiempo la información que viene de los registros sensoriales y actúa sobre ellos y también sobre otros.”

De esto se establece que, la memoria de trabajo está dividida en tres componentes: Bucle articulatorio, Agenda visuoespacial y Ejecutivo central, de los cuales nos interesa el segundo para el desarrollo del proyecto. La Agenda visuoespacial es la “(...) encargada de elaborar y manipular información visual y espacial. Se ha comprobado que está implicada en la aptitud espacial, como por ejemplo el aprendizaje de mapas geográficos, pero también en tareas que suponen memoria espacial, como el ajedrez.” [11]

Aunque, el concepto de memoria a corto plazo, suele estar vinculado con la memoria a largo plazo, siendo esta la que almacena la información que puede ser recordada a futuro, ya que existen trayectos neuronales alterados que pueden tomar lugar por

semanas, meses o inclusive años [12]. Cabe destacar que una manera de mejorar las distintas formas de aprendizaje en los individuos, es a través de la memoria espacial, la cual según Johnson (2010) “es un proceso cognitivo que permite a una persona recordar lugares y relacionar objetos con el espacio (...). El uso de estos procesos le permite a alguien recordar dónde está algo en relación con otro objeto”. [13]

En relación a lo anterior, cabe mencionar la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, donde se plantea que el aprendizaje de un individuo depende de su “estructura cognitiva” la cual se entiende como el conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee, al igual de su organización y entender este último concepto ser a clave en el proceso de desarrollo de herramientas o métodos capaces de generar beneficios en el proceso de aprendizaje de un individuo, dicho por el propio Ausubel se tiene que: “Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe.

Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición”. Ahora bien, existen diversas teorías sobre el aprendizaje, relacionadas a las asociaciones de objetos y/o conceptos por parte de un individuo al igual que diversas técnicas, cuyo objetivo se centra en crear un vínculo con el fin de recordar cierta información. Por lo tanto, una de las técnicas de las cuales se basa este proyecto de investigación es la Mnemotecnia, de la cual se cita la definición

de La Real Academia de la Lengua Española aclarando que:

En su vigésima segunda edición define la mnemotecnia como “procedimiento de asociación mental para facilitar el recuerdo de algo”, siendo este un vocablo que deriva de Mnemosine, la diosa griega de la memoria (Herrmann, Raybeck, y Michael, 2002)[14].

Por otro lado, conviene mencionar cómo la tecnología juega un papel fundamental desde hace varios años, en el proceso de aprendizaje y recordación de la información por parte de un individuo, en este proyecto el método de estudio diseñado estar a implementado para dispositivos móviles, lo cual hace que pertenezca al concepto de Mobile-Learning o M-Learning, donde se hace referencia al aprendizaje mediante el uso de dispositivos inteligentes (teléfonos, tablets, entre otros) sin importar el entorno en el que se encuentre el individuo, según Aulablog (2014), algunas características de esta nueva forma de aprendizaje, son [15]:

- **Ubicuo:** Posibilidad de acceso desde cualquier lugar y momento. Flexible: Puede adaptarse a las necesidades de cada individuo. Portable: Su tamaño permite la movilidad con el usuario.
- **Inmediato:** Posibilidad de acceso a la información en cualquier momento.
- **Motivante:** Su uso potencia la motivación en el usuario.
- **Accesible:** En comparación con otras herramientas su coste es más bajo.
- **Activo:** Potencia un papel más activo en el alumno.
- **Conectividad a internet:** Permite el acceso a la información en la red.
- **Acceso a App:** Permite la utilización de diversas apps, para el aprendizaje, producción de contenido, etc.

- **Sensores multifunción:** Dispone de sensores tipo acelerómetro, GPS, cámara, etc, que pueden enriquecer los procesos de aprendizaje.
- **Personales:** Son propios de cada usuario, existe una relación personal hacia el mismo.
- **Pantalla táctil:** Permite otra serie de utilidades.

Sin embargo, este concepto no ha sido completamente estudiado en el ámbito del aprendizaje y la educación, si bien puede contemplarse dentro del concepto de E Learning (Electronic Learning), ya que facilita el acceso a herramientas con fines educativos e incluso reforzar el conocimiento adquirido, aún es un área en constante estudio debido a los avances tecnológicos que día a día se están generando.

Por lo que, esta nueva forma de aprendizaje (MLearning) tiene el potencial de ayudar a un individuo a estar más concentrado durante un periodo tiempo ideal, facilitar el entendimiento de la información a través de instrucciones, convertir los métodos tradicionales de aprendizaje, para que dicho proceso sea mucho más dinámico, como ocurre con la gamificación en la educación, donde los individuos pueden obtener una satisfacción por haber recordado o aprendido un nuevo concepto, a través de dispositivos tecnológicos, ya sea mediante una recompensa o un premio, como ocurre normalmente con los videojuegos.

Cabe resaltar que al tratarse de una aplicación con fines educativos, es importante considerar los modelos de diseño instruccional que permiten plantear una estructura o desarrollar estrategias y materiales soportados en un diseño y modelo educativo, de tal forma que el estudiante podrá comprender y apropiarse los

conceptos vistos o que necesitaba reforzar. De esta manera y revisando los modelos instruccionales existentes, se seleccionó el Modelo SOI (Selecting, Organizing, Integrating) ya que permite acoplar el objetivo general del proyecto de tal forma que el uso de una herramienta tecnológica como la Realidad Aumentada y elementos multimedia como, imágenes o imágenes con texto, permiten al usuario seleccionar y organizar la información, de tal forma que pueda recordarla de manera más sencilla no solo cuando se esté evaluando sino que incluso la información logre permanecer dentro de la memoria a largo plazo.

Por lo tanto, el modelo SOI apoyado en el modelo de diseño instruccional de Mayer, se basa en la construcción o comprensión del conocimiento a través de la educación directa, el cual orientado al presente proyecto (donde se hacen uso de herramientas multimedia) es necesario enfatizar en la utilización de dos elementos: Uno visual y otro escrito o auditivo, ya que, de esta forma el usuario tendrá el tiempo suficiente y será capaz de organizar la información a su disposición con el fin de que sea de su utilidad al finalizar el proceso de refuerzo o aprendizaje.[16]

Por lo tanto, profundizando en el modelo SOI, se deben tener en cuenta 3 aspectos fundamentales para su aplicación:

**1. Seleccionar:** Corresponde al primer proceso mental donde imágenes y textos se presentan brevemente en las memorias sensoriales y por ejemplo las imágenes pasan a la memoria visual del usuario, mientras que las palabras tienden a ir a la memoria auditiva, en este caso se incluye la información importante utilizando: Imágenes, Palabras, Iconos, Objetos, Tiras cómicas, Subtítulos

**2. Organizar:** También denominado como un segundo proceso implica la organización del material visual y auditivo de tal forma que sea coherente con el contenido y la estructura en que debe ser aprendido, en este caso se organiza la información utilizando:

- Comparación y contraste
- Clasificación
- Enumeración o por partes
- Gráficos

**3. Integrar:** Corresponde al tercer proceso mental donde la información pasa a la memoria a largo plazo, ya que, el usuario es capaz de conectar los elementos correspondientes haciendo uso de gráficos y texto, se integra la información por medio de:

- Ilustrados con subtítulos
- Ejemplos prácticos
- Preguntas elaboradas

Finalmente la herramienta tecnológica que se va a implementar para el desarrollo del proyecto, es la Realidad Aumentada, la cual involucra el entorno real y un entorno virtual, de tal forma que un individuo puede interactuar con la realidad física en tiempo real, a la vez que aprecia objetos virtuales sobre dicho entorno, lo cual enriquece la experiencia cognitiva a nivel visual que el individuo puede tener.

Llevando esta tecnología, al ámbito de la educación y el aprendizaje, se ha observado en diversos estudios (algunos de estos contemplados en el estado del arte de este documento) que el uso de la Realidad Aumentada, mejora de manera significativa el desempeño de los estudiantes en el aula de clase, su capacidad de comprensión de la información, al igual que la retención de la misma, ya sea a corto o largo plazo. De este

modo, al hacer de una forma más dinámica el proceso de aprendizaje, los estudiantes están constantemente reforzando la información adquirida y dado que en este caso se desea mejorar el proceso de memorización en un grupo determinado, la Realidad Aumentada permite generar otros métodos que ayudan a los individuos a memorizar un contenido, haciendo uso de una ubicación en el espacio, lo cual estimula la memoria espacial en los individuos y les permite recordar la información de manera mucho más sencilla tanto a corto y largo plazo.

Sin embargo, gracias el uso de la Realidad Aumentada dentro de la educación, en los últimos años se ha venido implementando la gamificación dentro en el ámbito académico y esto ha potenciado dentro del proyecto la posibilidad de gamificar la aplicación a desarrollar, ya que, de esta forma, el método de aprendizaje planteado se combina con la mecánica de los juegos con el fin de conseguir mejores resultados, que permitan una mayor retención de los conocimientos adquiridos o mejorar las habilidades del estudiante.

A través de la experimentación y la diversificación de elementos para interactuar, se pueden obtener resultados mucho más significativos y funcionales que beneficien el aprendizaje del estudiante, en general, la gamificación permite crear un vínculo más cerrado entre el estudiante y el contenido que está aprendiendo, generar una motivación en el mismo y optimizar/recompensar al estudiante en aquellas tareas en las que usualmente no existe un incentivo por aprender. Por lo tanto, teniendo en cuenta los elementos del documento sobre gamificación del Tecnológico de Monterrey [17], se tuvieron en cuenta los siguientes elementos y se

definieron las razones por las cuales otros elementos no se tendrán en cuenta.

- **Metas y objetivos:** Debido a que la aplicación no es de uso rutinario, no es necesario abordar en este campo. Por lo tanto, la aplicación será de uso libre para el fin que el usuario tenga definido.
- **Reglas:** Se usarán para evaluar los puntajes de los recorridos. También para ayudar al usuario a encontrar un espacio en el cual se desarrolle el flujo de la aplicación en RA de manera correcta, teniendo en cuenta factores del entorno en el que se ubica como lo son: buena iluminación, superficies con texturas, conexión a internet y GPS estable, entre otras.
- **Narrativa:** El usuario es una neurona que está encargada de llevar información entre otras neuronas definidas anteriormente como Puntos de Control y su objetivo es pasarla de manera correcta. Cuando lleve la información sin error a todas las neuronas, esta se enviará al hipocampo se planea cambiar nombre para hacer un personaje, por ej: Don Hippius, donde la información quedará almacenada en la memoria a largo plazo. El cerebro del diseño es el personaje que da las instrucciones de lo que debe realizar al cual también se le planea poner un nombre para crear el personaje.
- **Libertad de elegir:** El usuario se podrá mover en el espacio a su gusto para recorrer el entorno y establecer los puntos de control “neuronas” para comenzar con la actividad de refuerzo.

- **Libertad de equivocarse:** El usuario podrá realizar los recorridos repetidas veces con mensajes que lo motiven si coloca la información incorrecta.
- **Retroalimentación:** El usuario estará al tanto del progreso que lleve en diferentes etapas para cada recorrido. Así mismo, se le indicarán cuáles son las recomendaciones al ubicarse en un entorno y que funcione correctamente la RA. Si después de un tiempo (pueden ser unos 10 o 15 segundos) no se encuentran puntos de referencia (anchor points) para detectar superficies, se le recomendarán acciones al usuario para que este encuentre un mejor espacio donde crear su recorrido.
- **Progreso:** Principalmente se pretende tener un tutorial inicial a manera de prueba en la interfaz de inicio de la aplicación con el fin de que el usuario tenga un primer acercamiento sobre el método de desarrollo de cada uno de los puntos de control (neuronas) y pueda comprender cómo funciona la etapa de evaluación de sus conocimientos.
- **Estatus visible:** Logros cuando el usuario complete una serie de eventos específicos que le represente un progreso importante o reto.
- **Restricción de tiempo:** Cuando el usuario complete un recorrido, tendrá la opción de acceder a un modo contrarreloj y realizar su recorrido de nuevo con un cronómetro, para darse cuenta del tiempo restante y superar el tiempo

gastado anteriormente en el recorrido.

## V. METODO Y METODOLOGIA

La Metodología Descriptiva busca especificar las propiedades importantes de las personas o grupos, donde se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente. Bajo esta propuesta de investigación, se busca describir cómo influye en el estudiante de primer semestre, la utilización de una herramienta que favorece la ejercitación de la MCP a través de la estimulación de la ME, y de qué manera fortalece sus métodos de estudio. Con los lineamientos del proyecto se busca describir cómo las características de las variables relacionadas son afectadas.

Basados en Hernandez et al [18] y Del Rio [19] se construye la metodología de la siguiente forma:

**Fase 1. Concepción de la idea:** En esta primera fase se buscó identificar y caracterizar los problemas de uso de la memoria a corto plazo en estudiantes que recién ingresan a la universidad y para ello se propuso desarrollar una herramienta tecnológica enfocada en el aprendizaje y entrar en el campo de mejorar los procesos de memorización a través de un producto multimedia utilizando la realidad aumentada.

**Fase 2. Planteamiento del problema a investigar y los objetivos:** En la segunda fase, se analizó por un lado el problema a investigar debido a que los estudiantes que recién ingresan a la universidad presentan problemas en su capacidad de memorización, lo cual influye directamente en su proceso de aprendizaje, y luego se planteó el objetivo de la investigación, el cual se orienta a determinar en qué forma el producto multimedia mejoraría la retención

de información estimulando la memoria, creando así un método de estudio alternativo.

**Fase 3. El marco teórico y estado del arte:** En esta fase se construyó el marco teórico mediante indagaciones, buscando encontrar estudios que demuestran que estimular la ME, es una forma de mejorar la retención de información en la MCP. Además, se realizó un estado del arte, con proyectos que involucran herramientas con Realidad Aumentada que permitieron comprobar lo dicho anteriormente.

**Fase 4: Diseño del producto de software:** En esta fase se realizará el desarrollo del producto la herramienta multimedia, en el cual se utilizara la metodología en cascada, con el fin de establecer los requerimientos del proyecto y las fases de desarrollo.

- **Modelo en Cascada:** Para el desarrollo del proyecto se ha planteado la utilización del modelo en cascada, comúnmente utilizado al momento de comenzar con un producto de software, ya que en este aunque se tiene la posibilidad de generar mayor documentación en cada una de sus fases, estas están clasificadas de tal manera que permiten avanzar paulatinamente con el proyecto, asegurando el cumplimiento de los objetivos planteados, teniendo en cuenta los requerimientos establecidos al igual que las pruebas realizadas en la fase correspondiente.

A continuación, se mencionan las fases aplicadas en el modelo en cascada, de las cuales posteriormente se procederá para definir todos los aspectos necesarios para el desarrollo del proyecto:

- **Análisis y definición de requerimientos:** Hace referencia a las funciones, servicios y restricciones que tendrá la aplicación, estos suelen ser definidos con base en las consultas de los usuarios para detallar cada acción deber a realizar la aplicación. Por lo tanto, como primera fase de desarrollo del modelo de software se plantearon los requerimientos funcionales y no funcionales donde se especificaron las funciones principales de la aplicación así como las limitantes que presenta para su desarrollo, además se plantearon los respectivos casos de uso del usuario y aplicación, modelos de entidad relación, diagramas de clase y diagramas de carril.
- **Diseño del sistema y del software:** Consiste en planear el diseño del producto de software, dividiendo los requerimientos entre hardware y software, de esta forma se logra entender total la arquitectura del sistema y describir las relaciones entre los elementos del software y el hardware.
- **Implementación y prueba de unidades:** En este caso se lleva a cabo el desarrollo y testeo de las unidades del programa, verificando que cada una cumpla la función que le ha sido asignada.
- **Integración y prueba del sistema:** Una vez finalizado el desarrollo de cada componente del producto, es necesario comenzar con la integración y prueba de los elementos en conjunto, de esta forma se retoma la verificación de los requerimientos de software hasta

completar el producto final que podrá ser entregado a un cliente.

- **Funcionamiento y mantenimiento:** Generalmente suele ser la fase más larga del ciclo de vida del producto, ya que una vez instalado y puesto en práctica es necesario verificar que todas las funciones o servicios del sistema se estén ejecutando correctamente, incluso permitirá contemplar nuevos requerimientos para el desarrollo de futuros servicios del producto.

**Fase 5: Diseño del modelo de análisis y construcción de instrumentos:** Se plantea en esta fase, un estudio sobre el desempeño del proceso de memorización en los grupos de primer y segundo semestre, empleando el método descriptivo planteado por Sampieri el cual ha sido citado anteriormente en el documento.

**Fase 6: Recolección de los datos:** En esta fase se realizarán, las pruebas de campo con la utilización del producto de software combinado y unas pruebas de memorización, en el grupo de estudiantes seleccionado de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG).

**Fase 7: Análisis de la información:** Al inicio del proyecto se aplicó una prueba para comprobar en los estudiantes la presencia de una deficiencia en su retención de información a corto plazo, lo cual, justificó la problemática encontrada. Por lo tanto, una vez culminado el desarrollo de la aplicación se aplicarán instrumentos diseñados para la recolección de información a la población de estudiantes y evaluar tanto el rendimiento de la aplicación como el comportamiento de los estudiantes.

## VI. PROPUESTA DE HERRAMIENTA

### Método de estudio propuesto

Inicialmente se guardará un recorrido descrito por el usuario, donde posteriormente este indicará cuántos puntos de control se ubicará a lo largo del camino trazado. Cada punto de control tendrá los siguientes parámetros: Número de posición, objeto representante, título y contenido, de los cuales el objeto representante será designado con objetos prediseñados de la herramienta, el número de posición de cada uno será aleatorio y los otros parámetros deberán ser agregados por el usuario. Luego el usuario recorrerá cada uno de estos puntos de control del camino en el orden que se le ha dado a estos, donde deberá recordar cada uno de los parámetros indicados anteriormente.

Una vez llegue al último punto deberá regresar a la posición inicial, donde posteriormente cada punto de control pasará a ser un signo de interrogación flotante. Deberá acercarse a cada uno y la interfaz le mostrará cada una de las opciones de los parámetros, este tendrá que arrastrar cada respuesta correspondiente al punto de control. El objetivo es realizar este recorrido sin fallos, en caso de que ubique un parámetro que no corresponde deber a iniciar de nuevo.

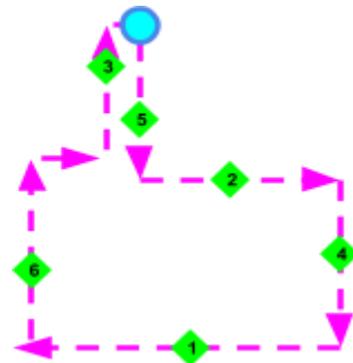


Figura 1. Ejemplo de recorrido vista superior



Figura 2. Ejemplo de pregunta



Figura 3. Ejemplo de objeto en punto de control

La herramienta planteada pretende principalmente mejorar la memoria espacial mediante la implementación de la Realidad Aumentada con la plataforma de Google ARCore.

ARCore es una plataforma de Google para el desarrollo de experiencias con realidad aumentada. Usando diferentes APIs, ARCore le permite a tu teléfono sentir su ambiente, entender el mundo e interactuar con la información. Algunas de las APIs están

disponibles en Android y iOS y permiten compartir experiencias con la RA.

Esta plataforma utiliza tres herramientas principales para la integración de contenido virtual con el mundo real visto desde la cámara de un teléfono:

1. **Motion Tracking** (Rastreo de Movimiento): Permite al dispositivo interpretar su posición relativa al entorno en el que se encuentra.
2. **Environmental understanding** (Entendimiento del Ambiente): Permite al dispositivo detectar el tamaño y ubicación de cualquier tipo de superficie: Horizontal, vertical o cuya forma puede tener ángulos diferentes, como por ejemplo, una mesa de centro, un piso, una pared entre otros.
3. **Light Estimation** (Estimación de la luz): Permite al dispositivo estimar las condiciones de iluminación del entorno en el que se encuentra.

### ¿Cómo funciona el ARCore?

ARCore realiza dos funciones principales: Rastrear la posición del dispositivo a medida que se mueve en el entorno, y construir su propia forma de interpretación del mundo real. Por lo tanto, la tecnología de "Motion Tracking" del ARCore utiliza la cámara del dispositivo para identificar ciertos puntos, denominados como "features" y rastrear cómo utilizar dichas características a medida que pasa el tiempo. Con la combinación del movimiento de estos puntos y la lectura realizada por los sensores internos del teléfono, ARCore determina tanto la orientación como la posición del dispositivo a medida que se mueve en el espacio.

En adición a esto, ARCore puede identificar superficies planas, como por ejemplo una mesa, un piso etc. Además puede estimar la

intensidad de la iluminación en el entorno. La combinación de estas capacidades permiten al ARCore poder construir su propia representación del entorno actual. De tal manera que, ARCore permite ubicar objetos, notas u otro tipo de información de tal forma que se acopla con el mundo real, es decir, el usuario está en la capacidad de poner algún objeto sobre una mesa de centro, anotar información respecto a un tema en específico (biografía de autores, información sobre una pintura etc). Además el "Motion Tracking" significa que el usuario puede desplazarse a la vez que va situando estos objetos desde cualquier ángulo, e incluso si este se aleja del entorno actual, si desea buscar aquellos objetos que había dejado en una ubicación en particular, dichos objetos permanecerán allí.[20]

### **Modelo de gamificación**

Siendo justificado en el marco teórico la importancia de un modelo de gamificación dentro de una herramienta de RA con fines educativos y académicos, se plantean los siguientes aspectos para implementar en la aplicación:

**Narrativa.** Dentro de la aplicación, el usuario es un agente encargado de completar la información respectiva dentro de un grupo de Neuronas -anteriormente llamados puntos de control-, teniendo en cuenta que estas procesarán la información suministrada y al conectarse entre sí forman una red neuronal, lo cual demostraría que el aprendizaje o memorización de un concepto o un tema en específico habría sido completado.

- **Agente (Usuario):** Es quien debe completar la información dentro de cada una de las neuronas, una vez se encuentre en fase de prueba.
- **Neurona:** Representa cada punto de control con cierta información

determinada por el Agente, la cual, una vez este se encuentre en fase de prueba, deberá completarla con el fin de conectar todas las neuronas y así lograr el objetivo final de la aplicación.

- **Hipocampo:** Corresponde al entorno final, donde toda la información recopilada de las neuronas debe llegar una vez el Agente haya suministrado el contenido en cada una de estas y superado la fase de prueba.
- **Cerebro:** Se convertirá en el ayudante del Agente. Estará presente sólo cuando el usuario requiera de ayuda con el uso de la aplicación, o cuando la herramienta solicite permisos del sistema. También aparecerá al final del recorrido, en el hipocampo, donde se mostrará retroalimentando el valioso esfuerzo realizado por el Agente.

**Meta.** El usuario debe llenar cada uno de los campos de las neuronas del recorrido creado con la información correcta de manera secuencial.

### **Reglas:**

1. Cuando el usuario está en fase de prueba, si asigna de manera incorrecta la información para uno de las Neuronas, debe iniciar de nuevo desde la primera.
2. Cuando el usuario está en fase de prueba, no puede volver a ver las neuronas que ha completado.
3. El usuario debe estar en un entorno con condiciones óptimas de luminosidad, conexión a internet, acceso a servicio de ubicación (GPS), y superficies con texturas.
4. El usuario debe realizar un recorrido a modo de circuito, es decir, el punto

de inicio debe ser el mismo punto final.

#### **Libertad de elegir.**

- *Ubicación:* El usuario podrá realizar su recorrido en un entorno real, moviéndose por donde desee para dibujar una trayectoria donde se ubicaran las neuronas.
- *Forma del trayecto:* El usuario definirá como desee su recorrido, siempre y cuando sea circuito.
- *Número de Neuronas:* El usuario definirá cuántas Neuronas habrá en su recorrido.
- *Información de cada Neurona:* El usuario definirá el contenido de cada Neurona.

**Libertad de equivocarse.** A pesar de que el usuario cometa algún error, puede volver a hacer el recorrido las veces que sean necesarias.

#### **Retroalimentación.**

1. *No funciona bien la RA:* Luego de 15 segundos sin encontrar Puntos de Ancla por parte de ARCore, se le recomendará al usuario reubicarse en un espacio que cumpla con las condiciones óptimas para el buen funcionamiento de la aplicación.
2. *Información incorrecta:* Si el usuario ubica de manera incorrecta la información, se le mostrará un mensaje de motivación para volver a realizar el recorrido.
3. *Información correcta:* Si el usuario ubica en todas las Neuronas la información correcta, recibirá un mensaje de que ha completado el recorrido.
4. *Puntaje:* Se dará un puntaje del recorrido basado en el número de intentos que le haya tomado al

usuario completar el recorrido y el número de Neuronas.

5. *Resultado:* El usuario recibirá un resumen al haber completado el recorrido de manera satisfactoria, como: número de intentos, tiempo que le tomó, y puntuación.

**Progreso.** Se tendrá en cuenta un tutorial inicial que demostrará el funcionamiento principal de la interfaz. De esta forma, de manera progresiva se podrá observar si el usuario ha aprendido a utilizar las funciones de la aplicación, además de que pueda comprender cómo funciona la etapa de evaluación de sus conocimientos.

#### **Estatus Visible.**

##### **Logros:**

- *Empieza la aventura:* El usuario completa el tutorial.
- *Mi primer recorrido:* El usuario crea su primer recorrido.
- *Agente novato:* El usuario completa correctamente su primer recorrido.
- *Agente entrenado:* El usuario completa correctamente sus primeros 5 recorridos.
- *Agente pro:* El usuario completa correctamente sus primeros 10 recorridos.
- *Agente veterano:* El usuario completa correctamente sus primeros 15 recorridos.
- *De los errores se aprende... Literalmente:* El usuario comete sus primeros 3 errores.
- *¡Soy más rápido que yo!:* El usuario supera su tiempo récord de un recorrido en el modo contrarreloj por primera vez.
- *Mi primer encuentro:* El usuario encuentra por primera vez al Cerebro al finalizar el recorrido.

**Restricción de tiempo.** Cuando el usuario complete un recorrido, tendrá la opción de acceder a un modo contrarreloj de este y realizarlo de nuevo con un cronómetro, para darse cuenta del tiempo restante y superar el tiempo que le tomó anteriormente.

Con los aspectos descritos anteriormente, se define la aplicación gamificada y se espera que esta sea más motivadora para los usuarios, a la vez que se cumpla con el objetivo propuesto en el proyecto.

## VII. ESTADO DEL ARTE

### UNA APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA EVALÚA LA MEMORIA ESPACIAL EN ESCOLARES

Valencia, 4 sep (EFE).- Investigadores de Valencia, Zaragoza y Madrid han desarrollado una nueva aplicación de realidad aumentada para tabletas en formato de juego interactivo con la que se puede evaluar la memoria espacial a corto plazo en escolares de entre 5 y 10 años.

La aplicación denominada **ARSM**, puede ayudar a detectar dificultades visuoespaciales a corto plazo que pueden afectar al rendimiento académico de los más pequeños y los resultados de la investigación han sido publicados por la revista "Learning and individual differences".

El funcionamiento de la aplicación, según han explicado las fuentes, supone que el usuario entra en una habitación en la que hay una serie de cajas que incluyen en su interior una imagen, que es un "target" de realidad aumentada y esta imagen, al ser reconocida por la aplicación, muestra el elemento virtual superpuesto.

Esta novedosa aplicación consta de un total de siete niveles diferentes, en cada uno de

los cuales se incorpora un mayor número de cajas y objetos que el niño que juega con él debe recordar e identificar. En función de los aciertos, errores y el nivel alcanzado por el usuario, los especialistas pueden evaluar la memoria espacial a corto plazo del menor.

El sistema de la aplicación ARSM fue validado con un total de 122 niños, la mayoría de los mismos participantes en la Escola d'Estiu de la Universitat Politècnica de Valencia EFE [21].



*Figura 4. Ejemplo de funcionamiento de ARMS. Recuperado de: <http://www.uam.es/UAM/Home.htm?langu age=es>*

### NACODEAL. REALIDAD AUMENTADA PARA PÉRDIDAS DE MEMORIA

El proyecto tiene como objetivo ofrecer **nuevas soluciones a los problemas que las personas mayores se enfrentan con las nuevas tecnologías** y en sus tareas diarias, manteniendo su implicación en la sociedad actual.

Estas soluciones serán integradas mediante tecnología de **Realidad Aumentada mediante un dispositivo portátil** que les dará instrucciones de cómo proceder en las diferentes actividades de la vida diaria.

Este dispositivo permitirá a las **personas mayores con trastornos de la memoria** seguir viviendo una vida independiente. Gracias a sus interfaces intuitivas les permitirá acceder fácilmente al mundo digital. Además, el dispositivo podrá proyectar una realidad aumentada en las habitaciones donde el usuario se mueve. Mostrará instrucciones que pueden ayudarles con sus tareas diarias.

Durante los últimos años, se han hecho muchos esfuerzos tratando de introducir a las personas mayores en nuevas tecnologías, haciendo más uso del teléfono, compras en línea, prensa, televisión, los servicios y dispositivos con los que no se sienten cómodos.

Este proyecto trata de encontrar una nueva manera de introducirlos en las comunidades virtuales de una manera más natural. Se ha creado un producto con el que se sentirá seguro. El dispositivo será fácil de usar y de entender, con mucha más funcionalidad en la asistencia a la vida diaria, que podría revolucionar el mercado tal como lo conocemos [22].

#### **Link Video Explicativo:**

<https://www.youtube.com/watch?v=mZcWZXG1jqo>

#### **APLICACIONES Y FORMATOS EDUCATIVOS PARA LA R.A.**

- **Libros de texto**

La realidad aumentada permite aportar información visual sobre el contenido de un libro de texto. Este tipo de contenidos virtuales pueden ser fácilmente modificables. De este modo se puede contar con un soporte físico común, aportando flexibilidad

al profesorado a la hora de seleccionar contenidos. Es probable que en el aula del futuro la mayoría de los contenidos estén digitalizados y podamos ahorrar espacio y materiales al alumnado.

Por ejemplo, Salvador Oriola Requena y Enrique Moya Camarero, profesores en la **Escola Les Roquetes Cicle Superior**, apostaron por el cuaderno virtual con piezas y partituras musicales que se tratarán durante el curso. Cada una de ellas incluye un código QR que tiene asociado como información un vídeo con la interpretación de la partitura y la posición de las notas.

- **Modelos 3D**

El modelado en tres dimensiones brinda una visión global del objeto de estudio. Por ejemplo, la realidad aumentada se ha utilizado para enseñar química mediante el empleo de modelos de moléculas en **3D**. El componente de realidad aumentada permite mostrar lo que sucede cuando las moléculas interactúan con cada uno, formando enlaces.

- **Modelos reales**

La realidad aumentada proporciona información sobre el mundo que nos rodea de una manera contextualizada. Aporta datos relevantes sobre todo aquello que nos rodea, y situados físicamente donde deben estar. De este modo, puede resultar una herramienta muy útil para formarnos sobre elementos reales: maquinaria industrial, el motor de un avión, los diferentes componentes de un laboratorio, etc.

- **Visitas**

En muchos casos, a lo largo del curso académico se realizan salidas fuera del aula y se visitan lugares como complemento educativo a las clases. Los museos, galerías, fábricas, empresas, incorporan la realidad aumentada en sus recorridos proporcionando una información completa y audiovisualmente muy atractiva a los visitantes. Los estudiantes, además de aprender la materia objeto de la visita, desarrollan las destrezas que el manejo de esta tecnología les proporciona [23].



*Figura 5. MoMA NYC Augmented Reality exhibition. Recuperado de: <http://www.sndrv.nl/moma/>*

### **DESARROLLO DE UNA ACTIVIDAD DE MEMORIZACIÓN CON REALIDAD AUMENTADA**

En el artículo presentado se encuentra un estudio que proporciona una mirada exploratoria a las diferencias de rendimiento para una tarea simple de memorización utilizando cuatro tecnologías diferentes que podrían fácilmente ser utilizadas para el aprendizaje y la formación. Se comparó el tiempo y número de intentos para completar con éxito un juego de emparejamiento de cartas, donde se emplea la memoria. Tanto para la Realidad Virtual, realidad aumentada y una gran pantalla de mesa con pantalla táctil y un entorno real. Los resultados

indican que los participantes toman más tiempo para completar la tarea tanto en la realidad aumentada como en condiciones reales. La realidad aumentada y los entornos reales eran estadísticamente diferentes a las otras dos condiciones aplicadas, que ocurrieron en la realidad virtual y en las condiciones de visualización de la mesa.

Los resultados de este estudio documentan el desempeño de los participantes en una tarea simple de emparejar tarjetas en cuatro entornos diferentes. Con respecto a la diferencia en tiempo de respuesta, se realizó un análisis al respecto. En primer lugar, es posible que el click utilizado para interactuar con el entorno AR Hololens introdujera algún tipo de retraso sistemático en los datos. Sin embargo, los análisis exploratorios indican que varios participantes pudieron completar los ensayos en la condición AR en intervalos de tiempo similares a las otras condiciones. Esto ayuda a descartar cualquier otro artefacto sistemático en los datos. Otra explicación plausible para el aumento en el tiempo (pero no el número de pruebas para completar con éxito las pruebas de emparejamiento de tarjetas), podría estar relacionado con el ancho de banda de procesamiento disponible, los participantes en las otras condiciones solo tenían que procesar un tipo de entorno: VR totalmente inmersivo, real o centrado en una sola pantalla táctil. Para la realidad aumentada, el entorno manejado permitía estar tanto en a nivel digital como en espacios reales, por lo tanto, la necesidad de procesar ambos al mismo tiempo puede haber ocupado más ancho de banda de procesamiento, suficiente para dar cuenta en un análisis estadístico sobre los diferentes resultados de tiempo en los entornos tecnológicos (presentados en el PDF) [24].

## REALIDAD AUMENTADA BASADA EN SLAM PARA EVALUAR LA MEMORIA ESPACIAL A CORTO PLAZO

El presente artículo se realizó una aplicación basada en la realidad aumentada y la técnica SLAM o Simultaneous Localization and Mapping, en la cual se evalúa la capacidad de memoria espacial de un grupo de 55 personas, cuyo objetivo era recordar la ubicación de 4 objetos virtuales localizados en un entorno real. Por un lado, el proceso de mapeo SLAM obtiene datos espaciales (por ejemplo, nubes de puntos 3D) del entorno para construir un mapa de referencia, mientras que al mismo tiempo sigue la posición del objeto. La implementación de la AR basada en SLAM ofrece muchas posibilidades, y la ubicación interior es, sin duda, una de ellas.

Este grupo seleccionado fue dividido en 2 subgrupos, el primer grupo, denominado ARGroup, debería reconocer los objetos y la ubicación de los mismos empleando la aplicación desarrollada mientras que el segundo grupo, denominado NoARGroup debía reconocer y recordar dichos objetos al igual que su ubicación a través de fotografías. Los resultados fueron bastante significativos para el primer grupo, dado que este obtuvo un mayor porcentaje de acierto que el segundo grupo; dichos resultados permitieron concluir que es efectivo el uso de la realidad aumentada con la técnica de SLAM, ya que el “recorrido” que debían realizar los participantes para memorizar la ubicación de los objetos virtuales, permitió avances más significativos en cuanto a su proceso de memorización a comparación del segundo grupo cuyo proceso de memorización tuvo un rendimiento un poco más bajo.[25]

## VIII. MODELO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE

### *Modelo en Cascada*

Para el desarrollo del proyecto se planea implementar el modelo en cascada, comúnmente utilizado al momento de comenzar con un producto de software, ya que en este aunque se tiene la posibilidad de generar mayor documentación en cada una de sus fases, estas están clasificadas de tal manera que permiten avanzar paulatinamente con el proyecto, asegurando el cumplimiento de los objetivos planteados teniendo en cuenta los requerimientos establecidos al igual que las pruebas realizadas en la fase correspondiente. A continuación, se mencionan las fases aplicadas en el modelo en cascada, de las cuales posteriormente se procederá para definir todos los aspectos necesarios para el desarrollo del proyecto:

- **Análisis y definición de requerimientos:** Los servicios, restricciones y metas del sistema se definen a partir de las consultas con los usuarios. Entonces, se define en detalles y sirven como una especificación del sistema.
- **Diseño del sistema y del software:** El proceso de diseño del sistema divide los requerimientos en sistemas hardware o software. Establece una arquitectura completa del sistema. El diseño del software identifica y describe las abstracciones fundamentales del sistema software y sus relaciones.
- **Implementación y prueba de unidades:** En esta etapa el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas. La prueba de unidades implica

verificar que cada una cumpla su especificación.

- **Integración y prueba del sistema:**  
Los programas o las unidades individuales de programas se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos del software. Después de las pruebas el sistema software se entrega al cliente.
- **Funcionamiento y mantenimiento:**  
Por lo general, esta es la fase más larga del ciclo de vida. El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico, teniendo en cuenta la implementación de las unidades del sistema y resaltar los servicios de este una vez que se descubren nuevos requerimientos.

## ***FASE I - ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS***

### **Requerimientos funcionales:**

A continuación se relacionan las funciones que la aplicación debe realizar:

1. Tener acceso a las funciones o información necesaria del dispositivo.
2. Permitir al usuario diseñar una ruta o recorrido sobre el espacio en el que se encuentra.
3. Indicar al usuario que está buscando una superficie para aplicar la RA.
4. Notificar al usuario para buscar una mejor superficie para trabajar con RA.
5. Restringir al usuario de crear un recorrido mayor a 100 metros.
6. Notificar al usuario que se ha creado un recorrido de 100 metros.

7. Permitir al usuario asignar un número de puntos de control ordenados en el recorrido.
8. Modificar los parámetros de cada punto de control, tales como el título, la información, el icono que representa y el número correspondiente, dados por el usuario.
9. Permitir al usuario recorrer cada punto de control con la información para memorizar sus contenidos.
10. Visualizar los puntos de control con información oculta para entrar en fase de prueba.
11. Permitir al usuario recorrer los puntos de control con información oculta para agregar el contenido correspondiente.
12. Notificar al usuario que ha asignado el contenido no correspondiente.
13. Permitir ocultar el contenido de todos los puntos de control.
14. Notificar al usuario que ha asignado los contenidos correctamente.
15. Permitir al usuario guardar los recorridos creados.
16. Eliminar los recorridos creados por el usuario.

### **Requerimientos no funcionales:**

1. Permitir al usuario acceder a un menú de ayuda con las imágenes ilustrativas.
2. No solicitar permisos a información o funciones innecesarias en el dispositivo.
3. Establecer un límite de 20 puntos de control para crear un recorrido.
4. Establecer un límite de 250 caracteres para la información del contenido de los puntos de control.
5. Establecer un límite de 60 caracteres para el título en los puntos de control.

6. Trabajar correctamente en condiciones ideales para la RA de ARCore, tales como: buena iluminación; superficie con textura adecuada; espacio sin obstáculos.

#### **Requerimientos de software:**

Para que la aplicación funcione de manera correcta, se debe cumplir lo siguiente:

1. La aplicación deberá tener acceso a: archivos del dispositivo; cámara; GPS; teléfono.
2. La aplicación funcionará en dispositivos compatibles con ARCore y Android 7.1 o iOS 11 como versión mínima del sistema.

#### **Requerimientos de calidad de software:**

1. La aplicación debe asegurar el buen rendimiento mientras se maneja el procesamiento de ARCore.

**Casos de uso:** Los casos de uso para la aplicación se han centrado principalmente en los siguientes dos actores:

- **Usuario:** Un estudiante interesado en usar un método alternativo de estudio.
- **Sistema:** Aplicación móvil.

#### **Casos de uso del usuario:**

Las acciones que podrá realizar el usuario al momento de ingresar a la aplicación son:

1. Registrarse.
2. Iniciar sesión.

3. Permitir a la aplicación el acceso a información o funciones necesarias del dispositivo.
4. Definir un recorrido en el espacio en el que el usuario se encuentre.
  - Establecer el número de puntos de control del recorrido creado.
  - Ingresar la información de los elementos del contenido de cada punto de control.
5. Realizar el recorrido de los puntos de control con los contenidos ingresados para memorizar la información.
6. Recorrer los puntos de control con contenido oculto y ubicar el contenido correspondiente.
7. Acceder al menú de ayuda sobre el uso de la aplicación.
8. Guardar recorrido creado.
9. Cargar recorrido guardado.
10. Eliminar recorrido creado.
11. Cerrar sesión.

#### **Casos de uso de la aplicación:**

1. Detectar las superficies para trabajar con la RA.
2. Determinar el recorrido en forma de circuito creado por el usuario para ubicar los puntos de control.
3. Ubicar los puntos de control con distancia equitativa dependiendo de los límites establecidos por el usuario.
  - Asignar un número a cada punto de control de manera consecutiva.
  - Dar al usuario una serie de iconos para escoger que representarán cada punto de control.
  - Guardar el contenido que el usuario asigne a cada punto de control.

4. Ocultar el contenido de los puntos de control para que el usuario los asigne nuevamente.
  - Revisar si el contenido que el usuario asigne en el recorrido corresponde al oculto.
  - Finalizar el recorrido una vez el usuario asigne los contenidos correspondientes correctamente a cada punto de control.
5. Guardar el recorrido creado por el usuario.
6. Eliminar el recorrido guardado por el usuario.
7. Cargar un recorrido guardado por el usuario.

## **FASE II. DISEÑO DE SISTEMA Y SOFTWARE**

**Especificaciones de desarrollo:** La aplicación móvil se desarrollará para los sistemas operativos Android y iOS con Unity haciendo uso del kit de desarrollo ARCore, contando con una base de datos en Firebase.

Los diagramas y diseños realizados en esta sección se encuentran en el apartado de **Anexos** dentro de este documento.

## **IX. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

- La realidad aumentada potencia la habilidad de aprendizaje de un individuo, ya que de forma más dinámica e interactiva, se observa un cambio en el desarrollo de las capacidades mentales en cuanto a comprensión y retención de información por un cierto periodo de tiempo.
- Es posible implementar la realidad aumentada en el mejoramiento del procesamiento de la memoria

espacial, ya sea en una población juvenil, infantil o adulta ya que, se observaron cambios significativos en estudios realizados a dichas poblaciones.

- Debido a la sencilla interacción que se llega a tener con la realidad aumentada, la población a la que se dirija la aplicación del proyecto puede ser más variada.
- Se pueden reemplazar o mejorar los juegos interactivos clásicos que estimulaban el uso de la memoria, tales como el ajedrez, dominó, solitario, crucigramas, etc., con la realidad aumentada, implementando una versión con un entorno espacial más interactivo. De esta forma estimular aún más la memoria espacial.
- Luego de haber realizado la fase de Ingeniería de Software, en la cual se alcanzó a trabajar el levantamiento de requerimientos, diseño de diagramas de los casos de uso de la aplicación y los respectivos wireframes y mockups de la interfaz gráfica de la misma, se acordó implementar procesos de gamificación, debido a que esto se convierte en un componente mucho más interactivo para la aplicación, es decir, permite trabajar otras habilidades relacionadas con la mecánica de los videojuegos y esto ayudaría a potenciar aún más las características de refuerzo en el aprendizaje.

## **X. ANEXOS**

Los datos a continuación, representan que existe una necesidad de mejora por la deficiencia en la MCP de dicha población,

como se indica en el siguiente esquema de convenciones y gráfico:



Gráfico 1. Resultados Test de Memoria a Corto plazo

Intentos	Resultado
1 a 4	Deficiente
5 a 6	Necesita mejora
7	Bueno
8 en adelante	Excelente

Tabla 1. Convenciones de resultados del test.

#### Ficha técnica de la encuesta

<b>Autores</b>	Valentina Álvarez Corredor, Nicolás Moreno Posada.
<b>Objetivo</b>	Evaluar la MCP en una población de estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Multimedia de la UMNG, para el desarrollo del proyecto en el Semillero de Investigación MEd (Multimedia Educativa) a cargo del docente Jorge Augusto Jaramillo Mujica.
<b>Marco Geográfico</b>	Bogotá, Colombia.
<b>Población Objetivo</b>	Hombres y mujeres mayores de 16 años que se encuentren en

	primer semestre de Ingeniería en Multimedia en la UMNG.
<b>Sistema de muestreo</b>	Se implementó un muestreo aleatorio estratificado. La población objetivo pertenece al grupo de Introducción a la Ingeniería 2019-I, asignatura a cargo del docente Jorge Augusto Jaramillo Mujica del programa de Ingeniería en Multimedia, ya que se consideraba la población adecuada para llevar a cabo la prueba de MCP.
<b>Técnica</b>	Se utilizó una encuesta como instrumento de recolección de la información que fue proporcionada por una prueba en línea realizada a la población de jóvenes respecto a su MCP, a través de la obtención de un número de intentos correspondientes a qué tanto lograban recordar y así digitar un número presentado en pantalla, el cual aumentaba sus dígitos con cada nivel avanzado.
<b>Tamaño de muestra</b>	Se realizó la prueba a un total de 50 estudiantes.
<b>Ejecución</b>	La prueba se realizó entre el 20 y 24 de mayo del año 2019.
<b>Margen de error obtenido</b>	El margen de error fue de 0,5187.

Tabla 2. Ficha técnica de la encuesta.

#### Diagramas de casos de uso

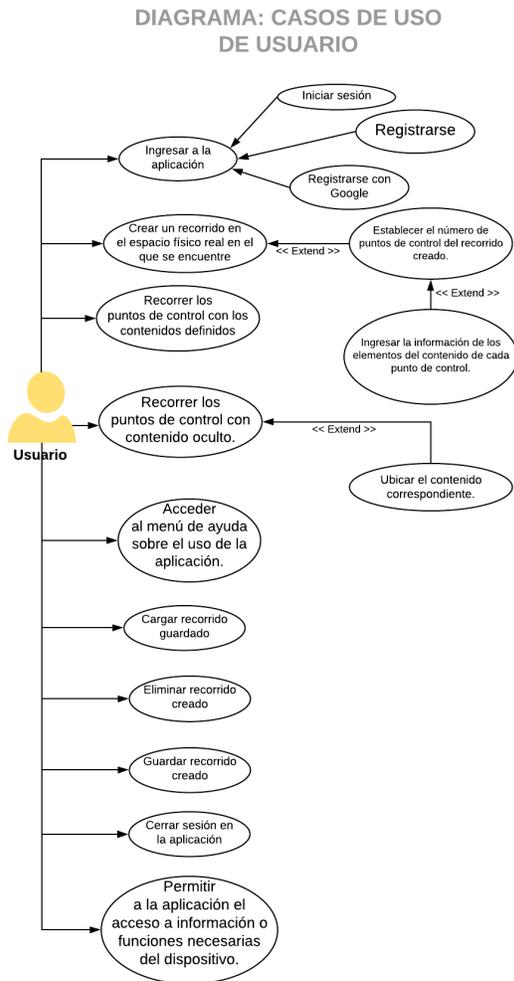


Figura 6. Diagrama de casos de uso del usuario.

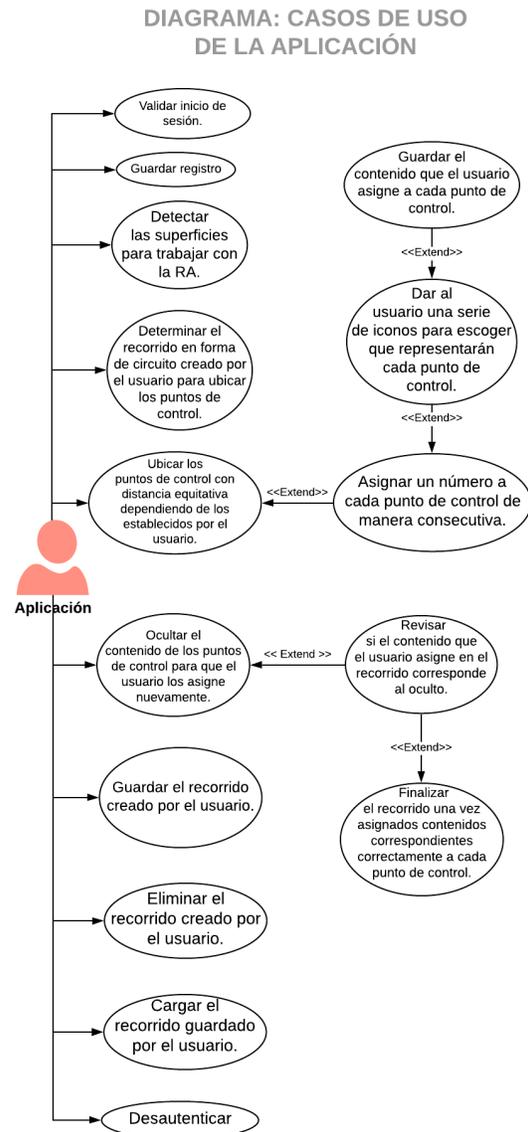


Figura 7. Diagrama de casos de uso de la aplicación.

### Diagramas de carril

Para visualizar el flujo del funcionamiento de la aplicación para cada caso de uso, se diseñaron los diagramas de carril correspondientes a cada uno.

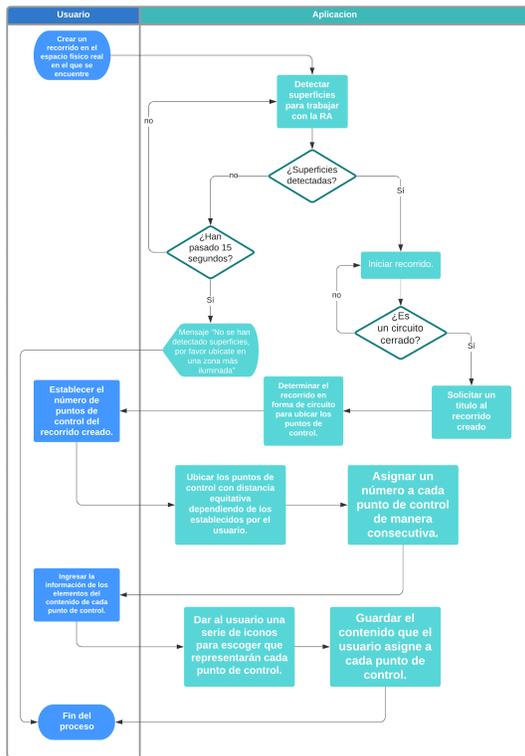


Figura 8. Diagrama de carril caso de uso: Crear un recorrido en el espacio físico real en el que se encuentre

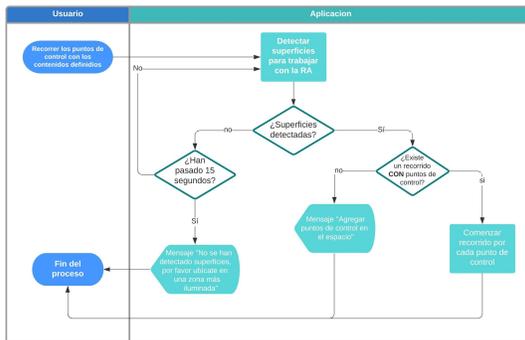


Figura 9. Diagrama de carril caso de uso: Recorrer los puntos de control con los contenidos definidos.

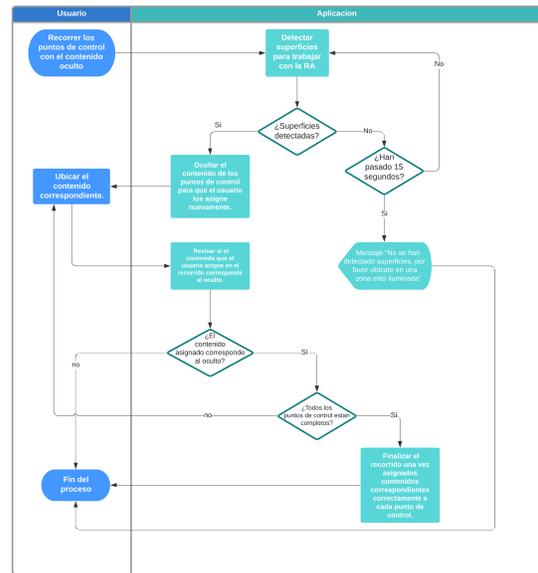


Figura 10. Diagrama de carril caso de uso: Recorrer los puntos de control con el contenido oculto.

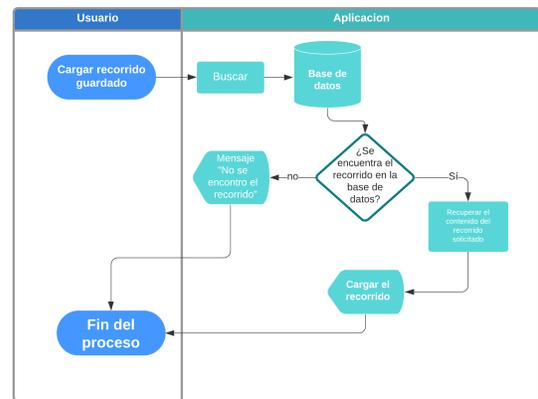


Figura 11. Diagrama de carril caso de uso: Cargar recorrido guardado

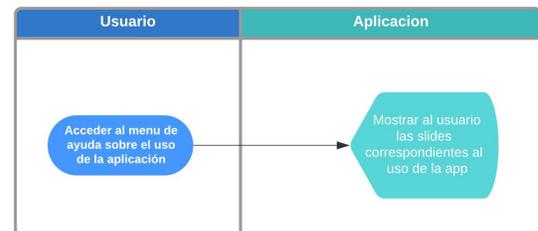


Figura 12. Diagrama de carril caso de uso: Acceder al menú de ayuda sobre el uso de la aplicación.

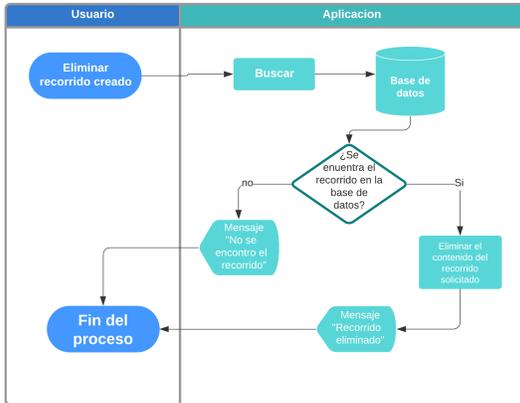


Figura 15. Diagrama de carril caso de uso: Cerrar sesión en la aplicación.

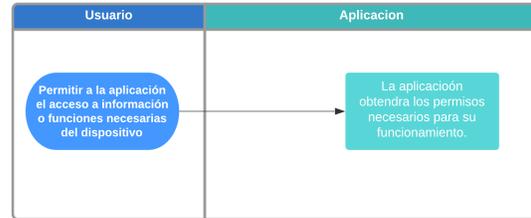


Figura 16. Diagrama de carril caso de uso: Permitir a la aplicación el acceso a la información o funciones necesarias del dispositivo

Figura 13. Diagrama de carril caso de uso: Eliminar recorrido creado.

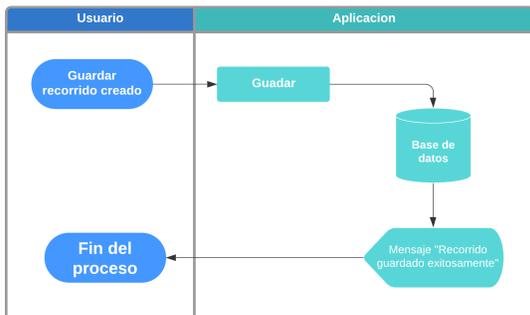
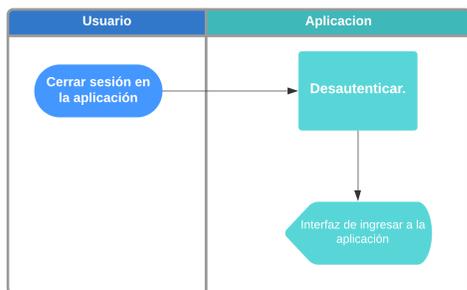


Figura 14. Diagrama de carril caso de uso: Guardar recorrido creado.



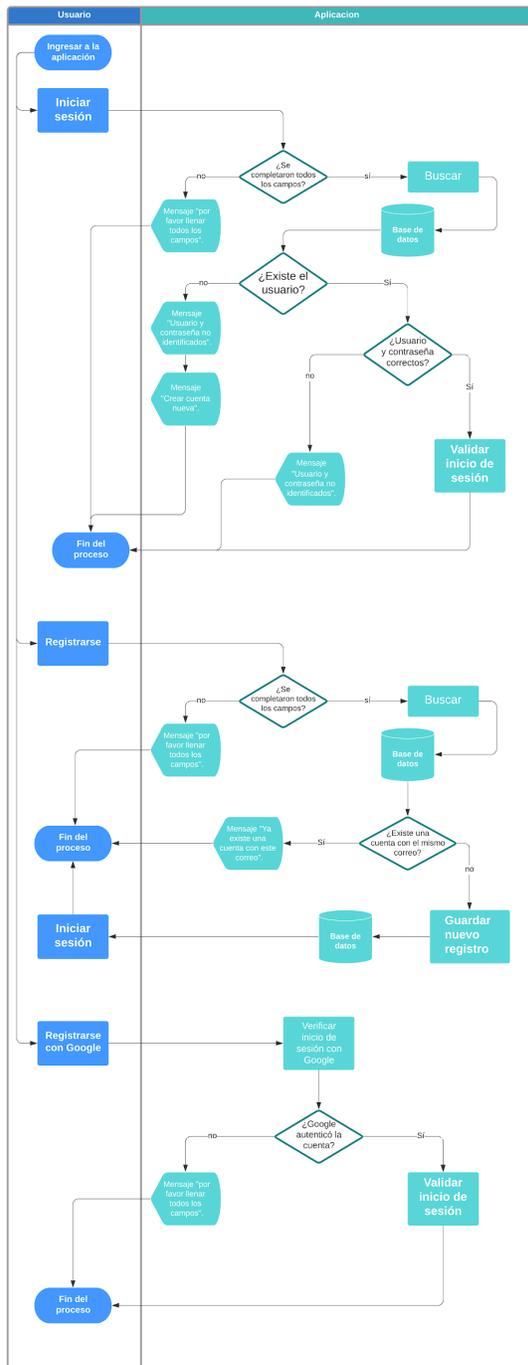


Figura 17. Diagrama de carril caso de uso: Ingresar a la aplicación.

**Diagrama del modelo de Entidad-Relación**

El diagrama a continuación presenta la relación existente dentro de cada uno de los elementos que conforman la aplicación a desarrollar.

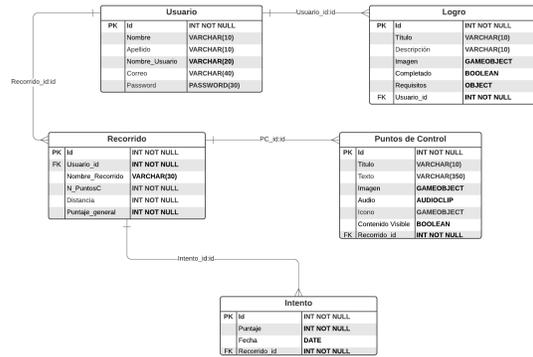


Figura 18. Diagrama del modelo de Entidad-Relación con las clases definidas.

**Diagrama de clases**

Teniendo en cuenta el modelo Entidad-Relación, se diseñan los Diagramas de clases para agregar los métodos correspondientes a cada clase, asignando así las responsabilidades y asociando las clases como se muestra en la Figura 19.

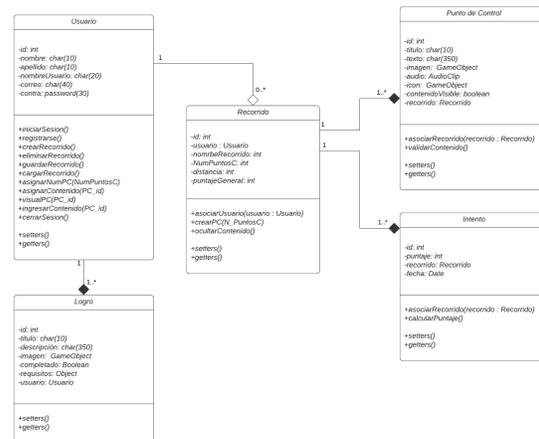


Figura 19. Diagrama de clases del modelo de diseño.

**Wireframes:**

Con el fin de interpretar visualmente el concepto de la aplicación y su entorno dentro de un dispositivo móvil, se diseñaron los wireframes para tener clara la ubicación de los elementos y su organización en las diferentes tareas.



Figura 20. Interfaz inicio de Inicio de Sesión

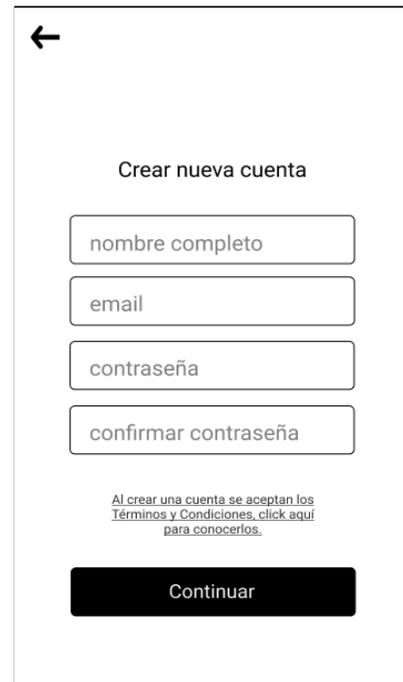


Figura 21. Interfaz de Registro



Figura 22. Interfaz información punto de control

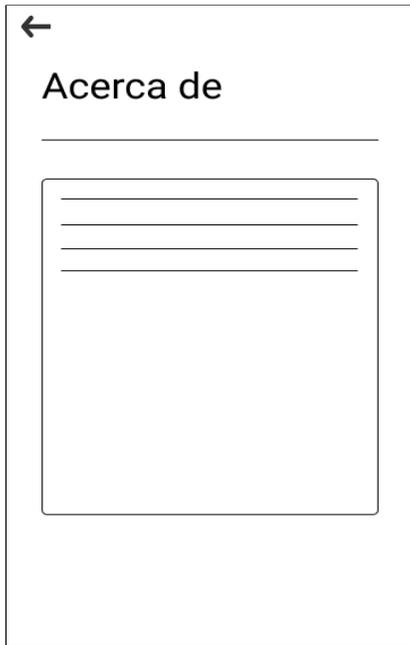


Figura 23. Interfaz acerca de la APP

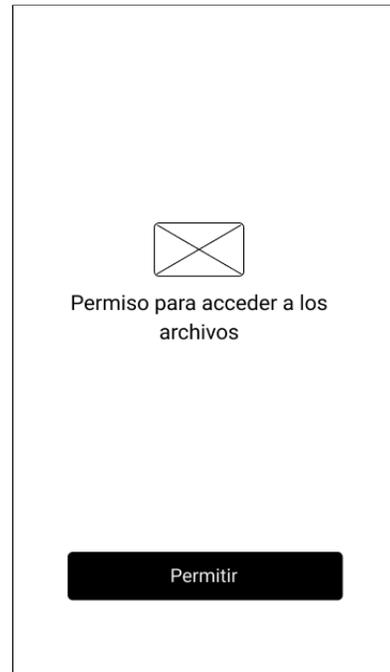


Figura 25. Interfaz de permisos de la APP



Figura 24. Interfaz de recuperar contraseña



Figura 26. Interfaz de permisos de la APP

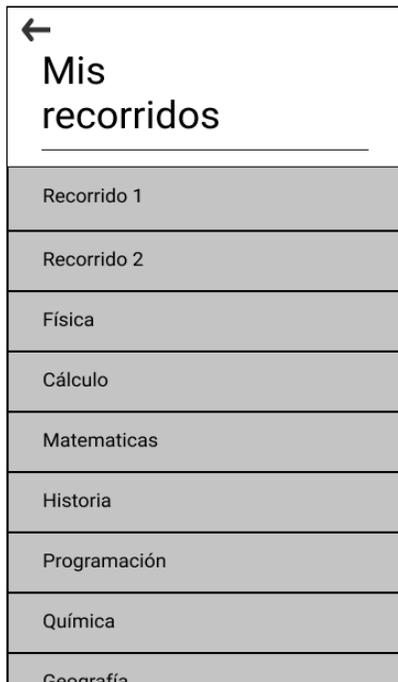


Figura 27. Interfaz visualización Recorridos



Figura 29. Interfaz de permisos de la APP

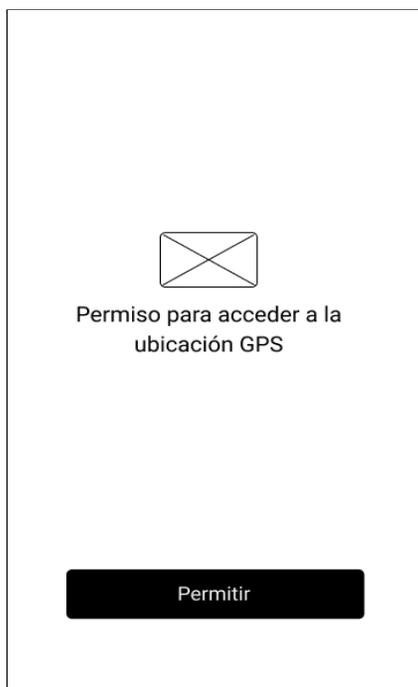


Figura 28. Interfaz de permisos de la APP

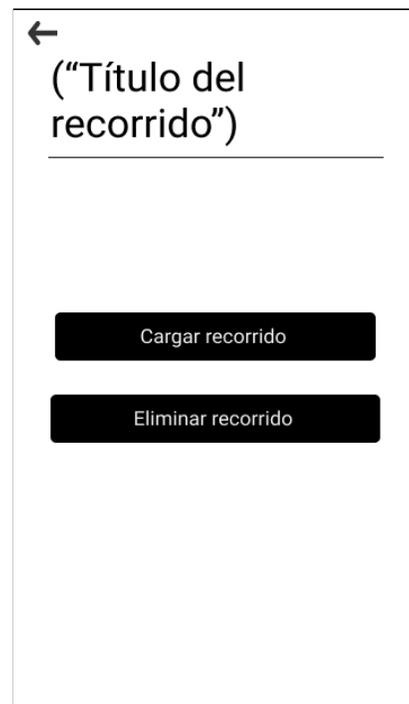


Figura 30. Interfaz cargar y eliminar recorrido



Figura 31. Interfaz de selección de información

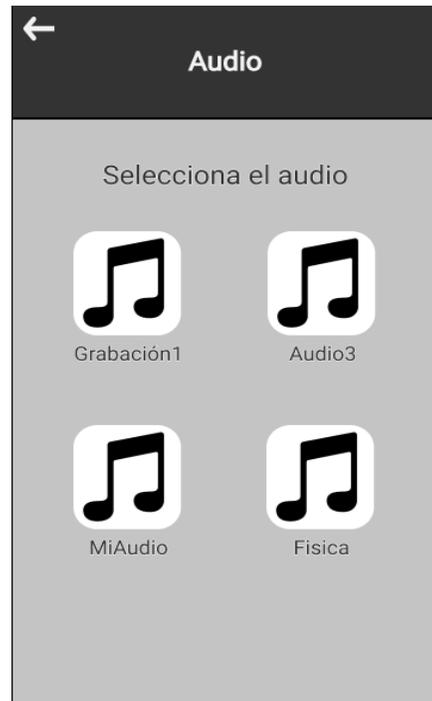


Figura 33. Interfaz de selección de audio

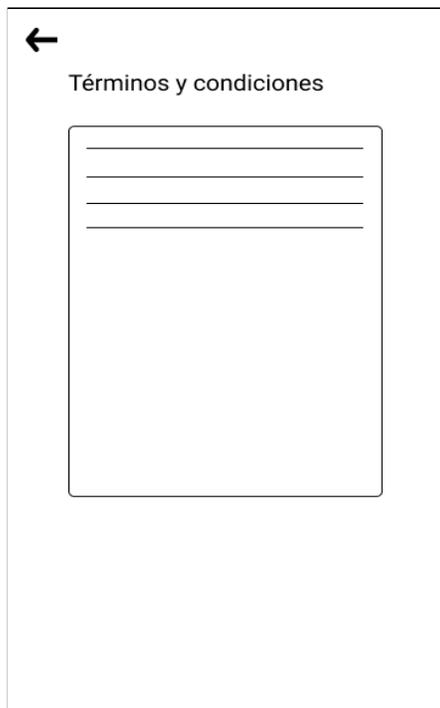


Figura 32. Interfaz de términos y condiciones



Figura 34. Interfaz para adjuntar un audio

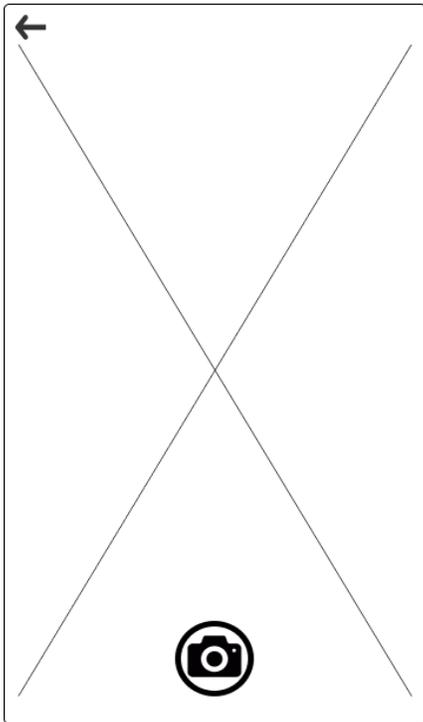


Figura 35. Interfaz tomar una imagen desde la APP

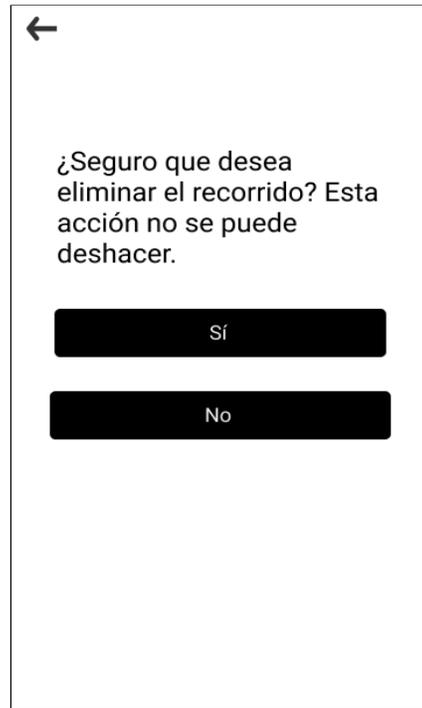


Figura 37. Interfaz de confirmación eliminar recorrido



Figura 36. Interfaz de recuperación de contraseña



Figura 38. Interfaz selección de un audio



Figura 39. Interfaz periodo de evaluación usuario

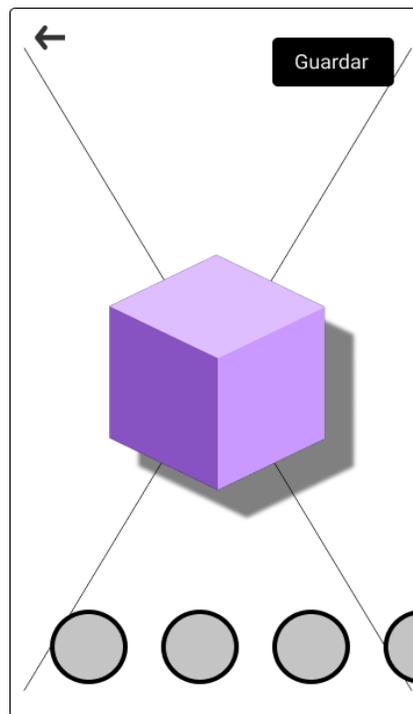


Figura 41. Interfaz selección de icono del PC



Figura 40. Interfaz grabación de audio



Figura 42. Interfaz selección de imagen

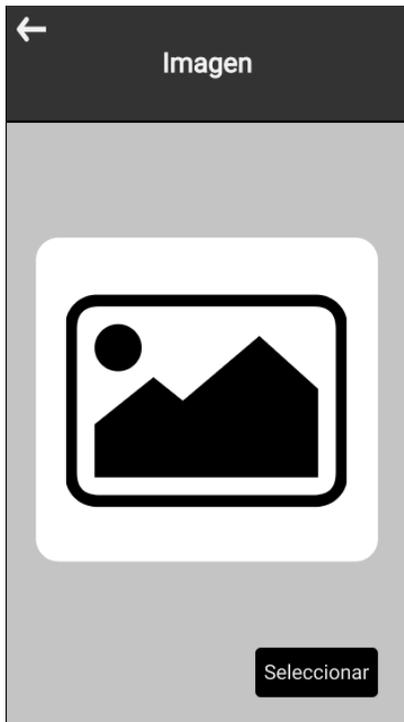


Figura 43. Interfaz de selección de una imagen

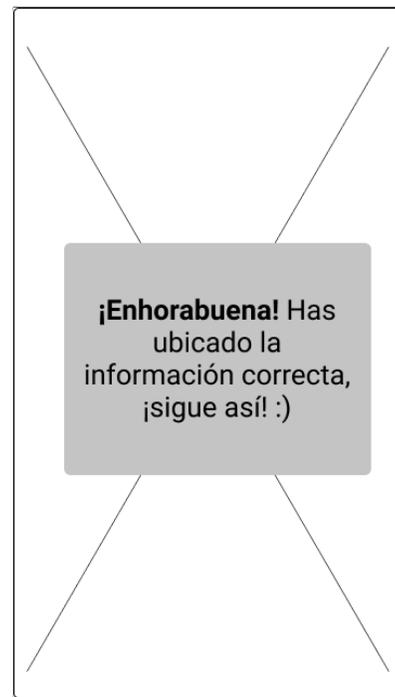


Figura 45. Interfaz mensaje de recorrido completado

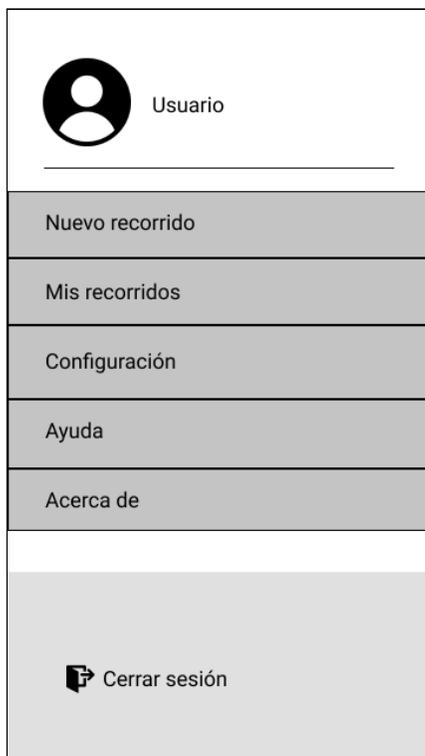


Figura 44. Interfaz de opciones de usuario

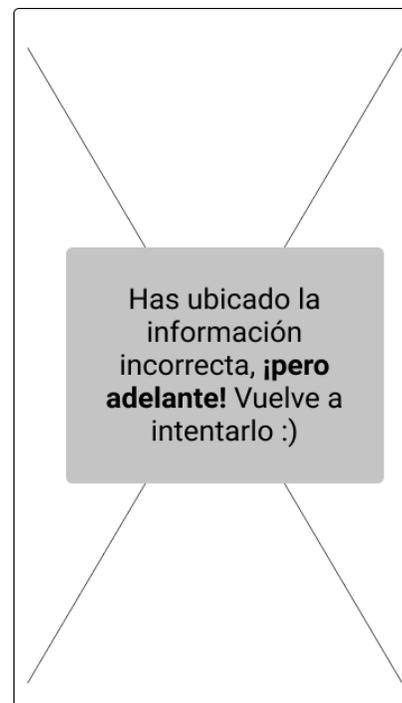


Figura 46. Interfaz mensaje de recorrido no completado

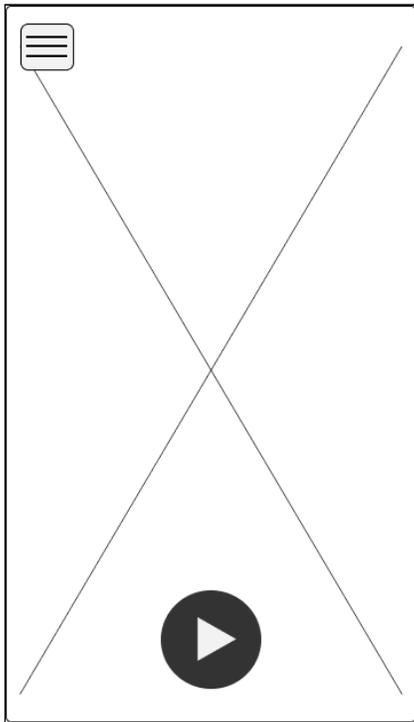


Figura 47. Interfaz comenzar recorrido

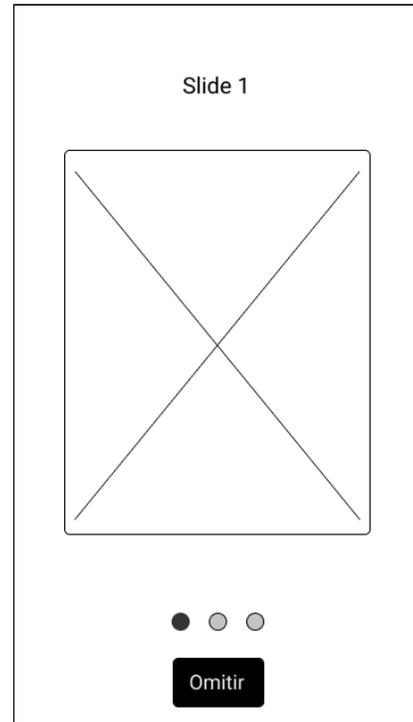


Figura 49. Interfaz de tarjetas de ayuda

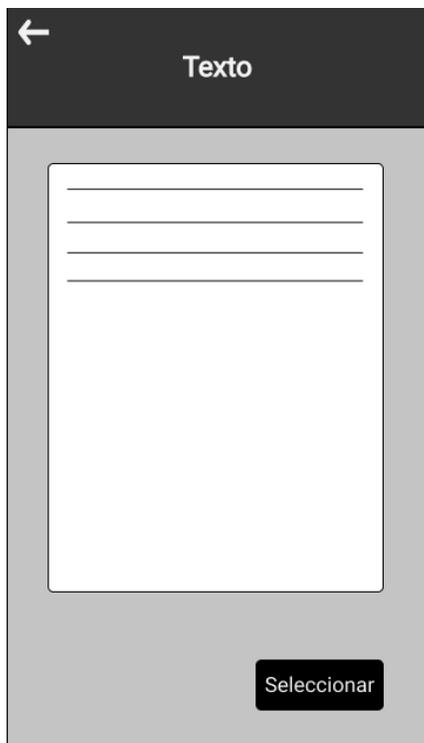


Figura 48. Interfaz de selección de texto

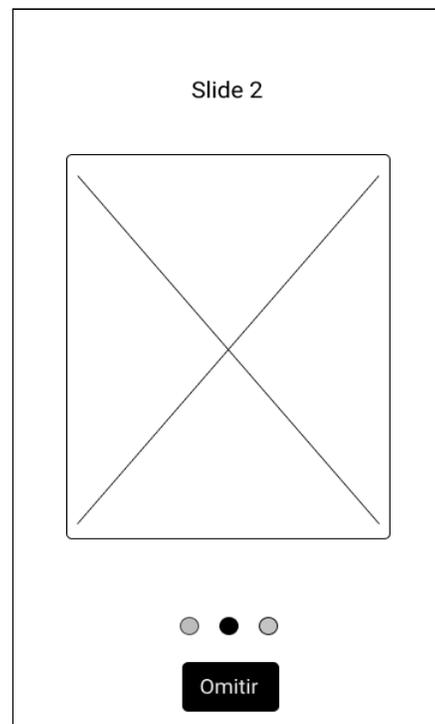


Figura 50. Interfaz de tarjetas de ayuda

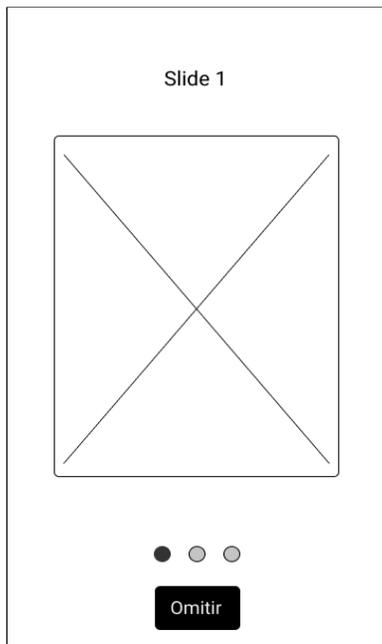


Figura 51. Interfaz de tarjetas de ayuda



Figura 53. Interfaz de selección # PC



Figura 52. Interfaz para insertar título de recorrido

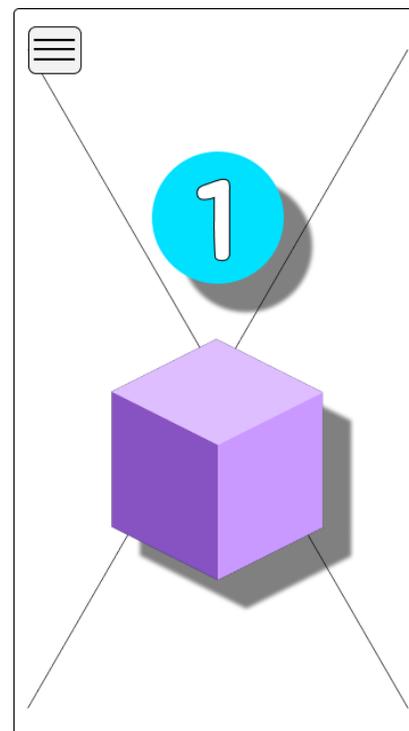


Figura 54. Interfaz visualizar PC

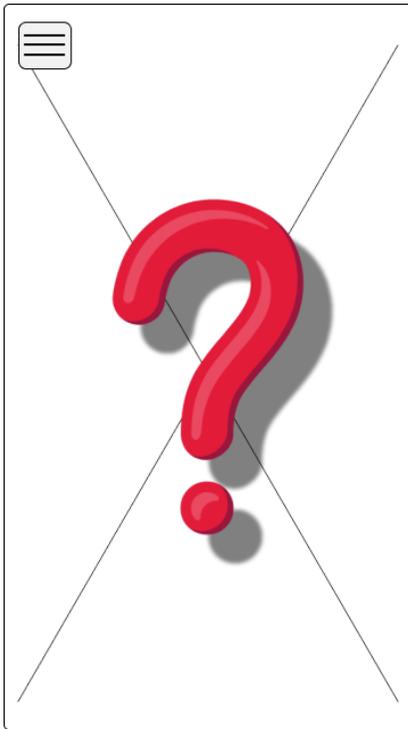


Figura 55. Interfaz de PC oculto

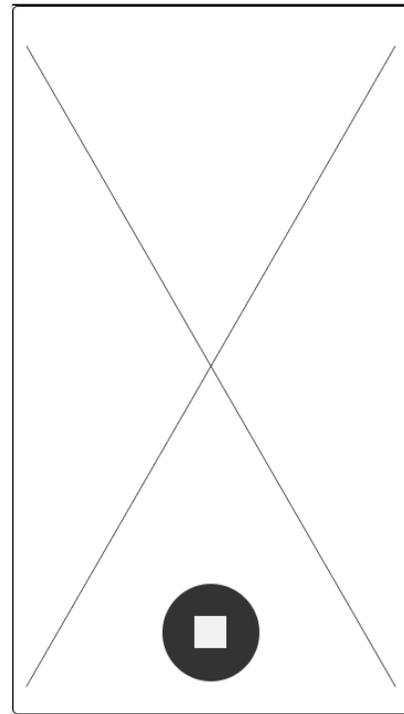


Figura 57. Interfaz detener creación de recorrido



Figura 56. Interfaz de subir una imagen



Figura 58. Interfaz de confirmar recorrido eliminado

#### **Mockups y Diseños de íconos de la aplicación**

Teniendo en cuenta las estructuras en los wireframes, se diseñan los mockups para hacer

enfoque en la apariencia de los elementos, al igual que íconos representativos de la aplicación.



Figura 59. Propuesta de diseño de logo para la aplicación

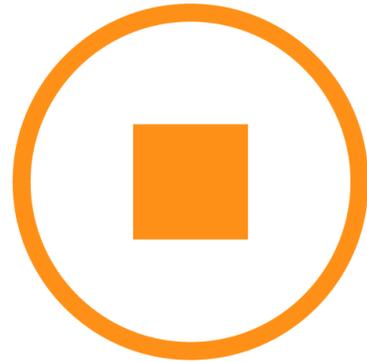


Figura 62. Diseño icono detener recorrido

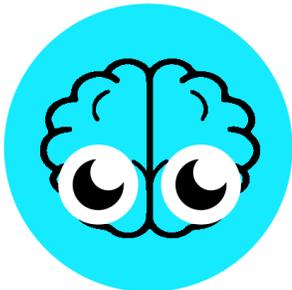


Figura 60. Propuesta de diseño de asistente para el usuario

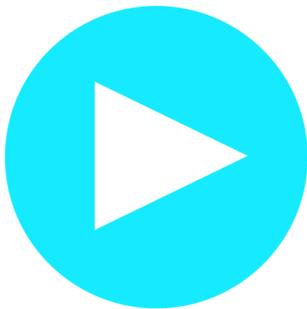


Figura 61. Diseño icono empezar recorrido



Figura 63. Diseño interfaz de grabar audio

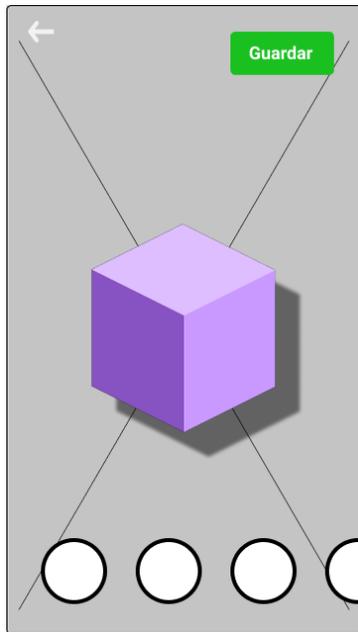


Figura 64. Diseño selección de icono del PC



Figura 65. Diseño información PC



Figura 66. Diseño visualización de imágenes dentro del PC



Figura 67. Diseño visualización de audios dentro del PC



Figura 68. Diseño selección de audio para el PC

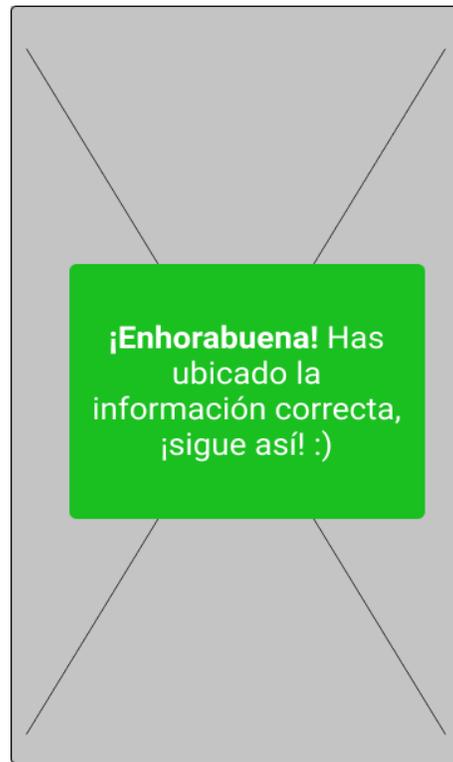


Figura 70. Diseño mensaje de contenido ubicado correctamente

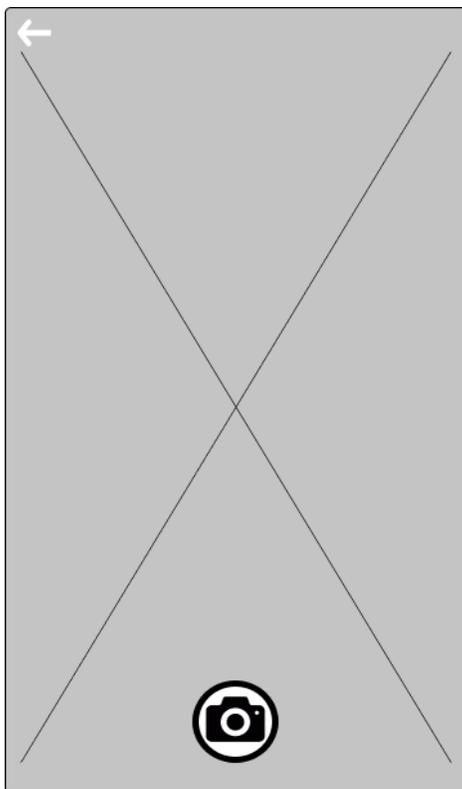


Figura 69. Diseño tomar una imagen desde la APP

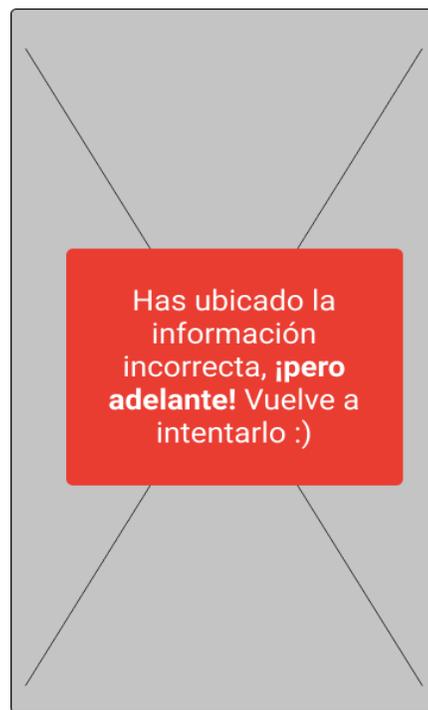


Figura 71. Diseño mensaje de contenido ubicado incorrectamente

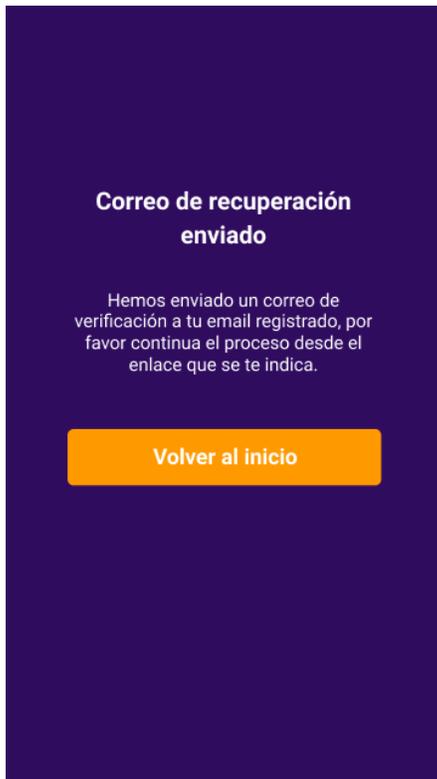


Figura 72. Diseño mensaje de recuperar cuenta

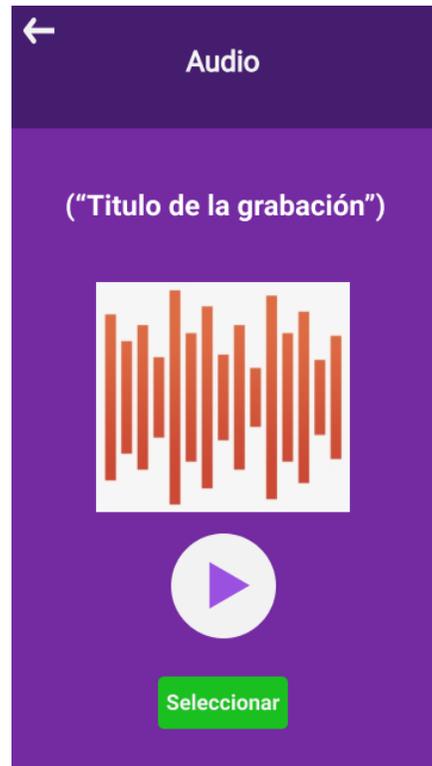


Figura 74. Diseño selección de grabación

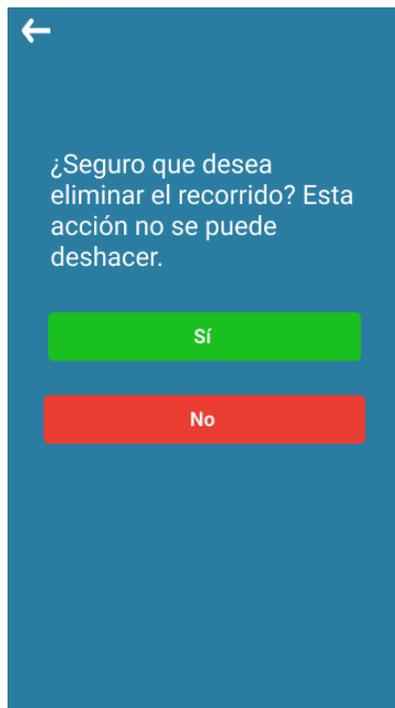


Figura 73. Diseño mensaje de eliminar recorrido



Figura 75. Diseño adjuntar contenido del PC



Figura 76. Diseño seleccionar imagen del PC

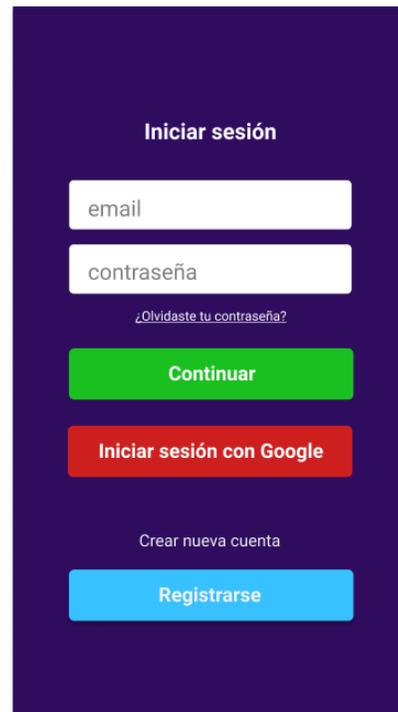


Figura 78. Diseño inicio de sesión



Figura 77. Diseño subir una imagen al PC

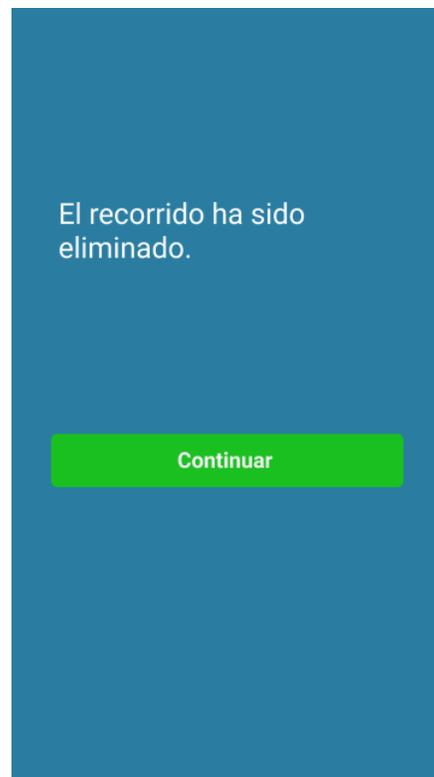


Figura 79. Diseño confirmación eliminar recorrido



Figura 80. Diseño menú del usuario



Figura 82. Diseño recorridos del usuario

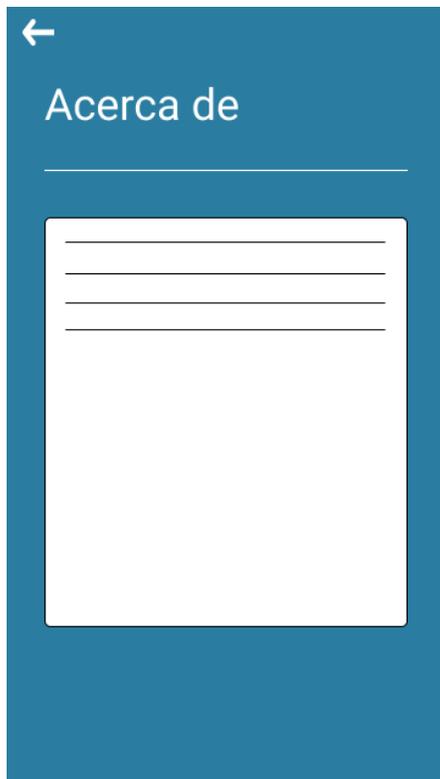


Figura 81. Diseño información Acerca De

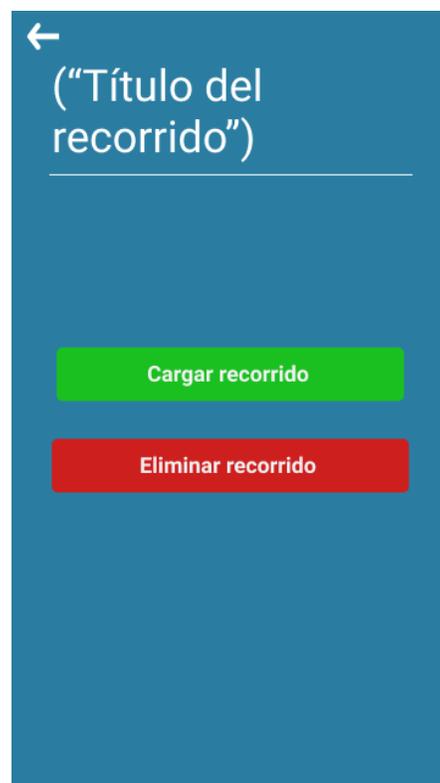


Figura 83. Diseño opciones de cargar/eliminar

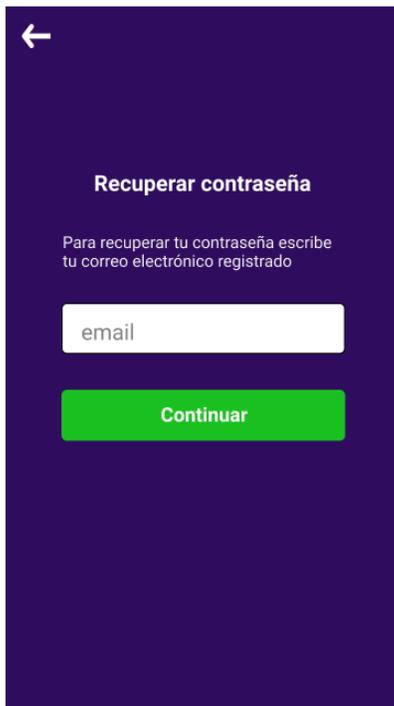


Figura 84. Diseño mensaje de recorrido completado



Figura 86. Diseño permisos de la App

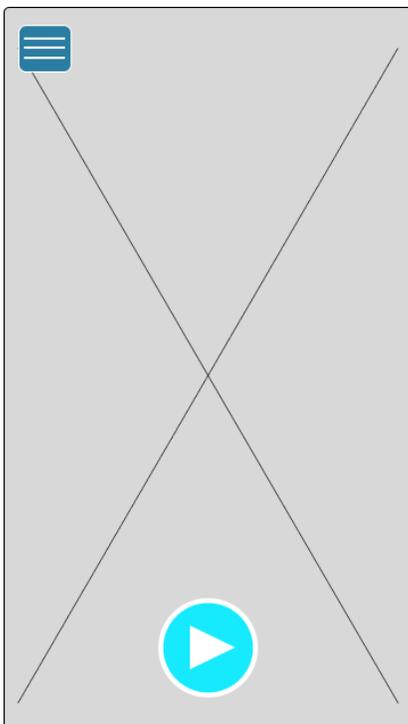


Figura 85. Diseño comenzar recorrido



Figura 87. Diseño permisos de la App



Figura 88. Diseño permisos de la App



Figura 89. Diseño permisos de la App



Figura 90. Diseño PC oculto

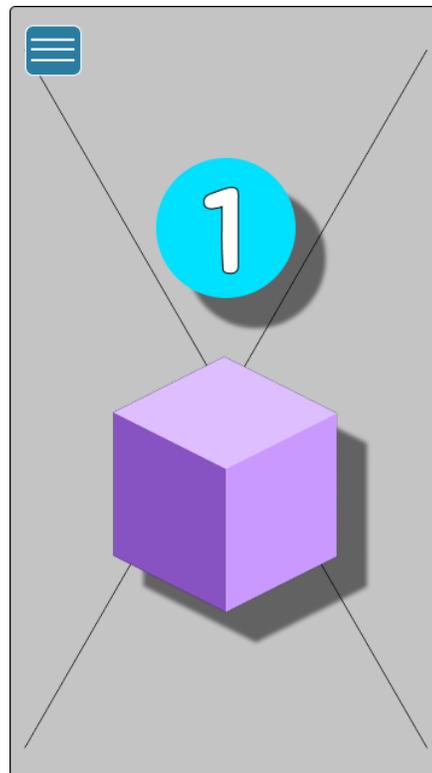


Figura 91. Diseño icono de cada PC

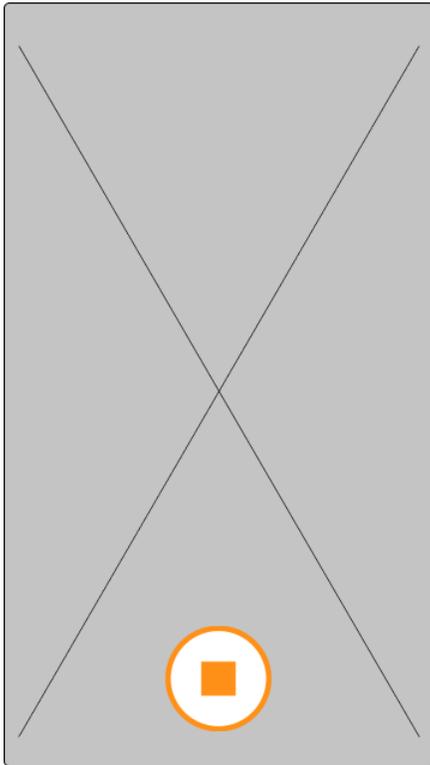


Figura 92. Diseño opción detener recorrido



Figura 94. Diseño título del recorrido



Figura 93. Diseño selección de # PC



Figura 95. Diseño registro en la App

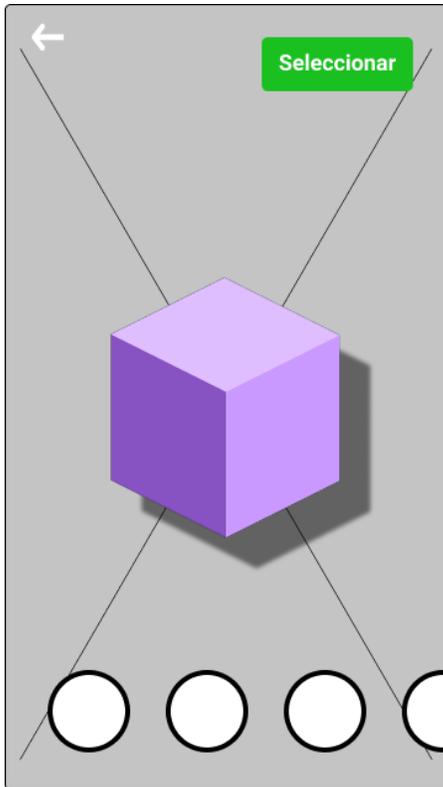


Figura 96. Diseño selección del icono del PC

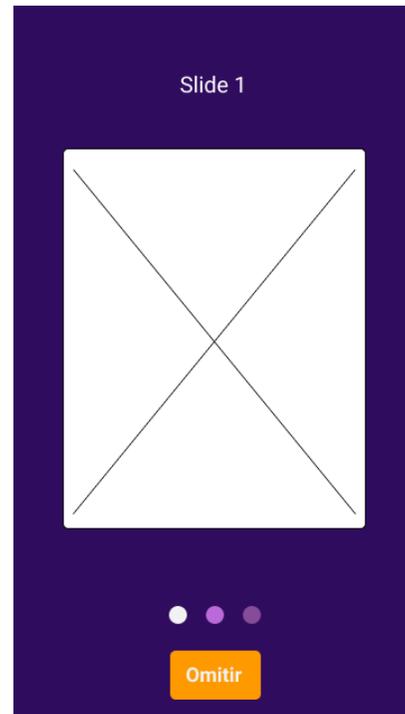


Figura 97. Diseño interfaz de ayuda

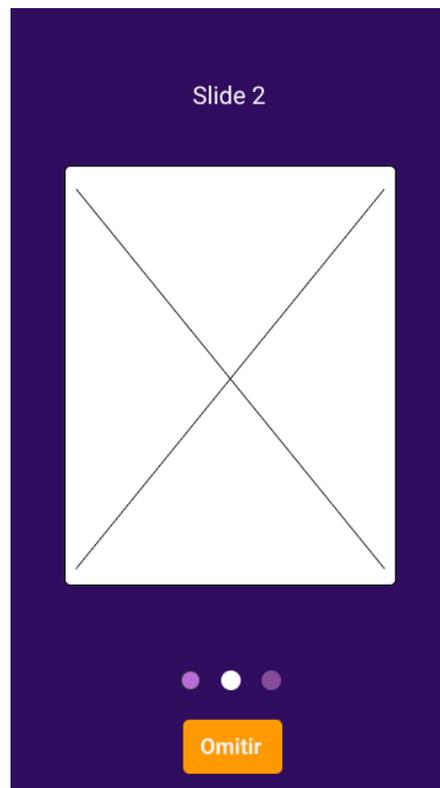


Figura 98. Diseño interfaz de ayuda

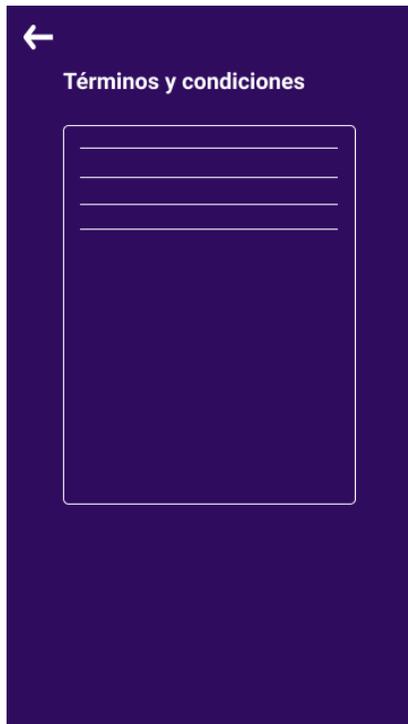


Figura 99. Diseño sección términos y condiciones

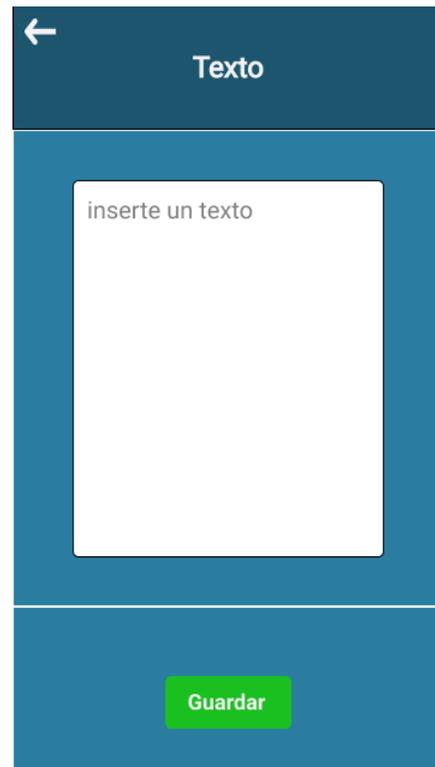


Figura 101. Diseño ingresar texto para el PC

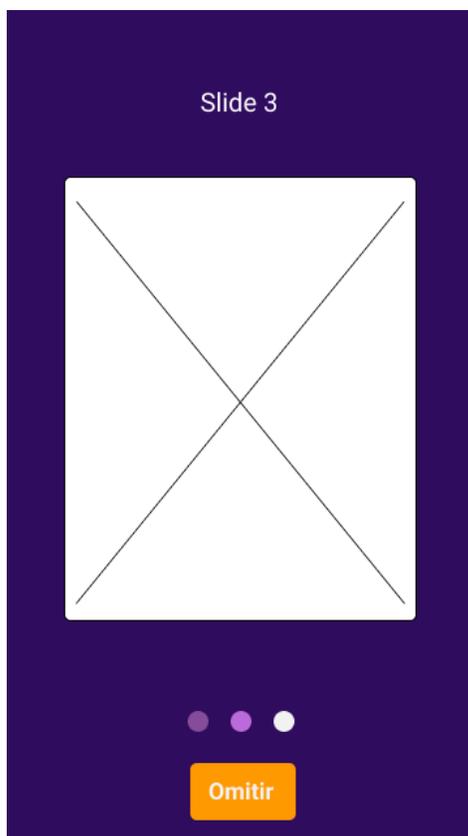


Figura 100. Diseño interfaz de ayuda

## XI.REFERENCIAS

1. V. GÓMEZ, Y. HERNANDEZ, AND V. MORENO. "Capacidad de percepción visual, atención, concentración y memoria visual en niños de una institución educativa de Santander en edades de 6 a 8 años." Disponible en [shorturl.at/hyQ09](http://shorturl.at/hyQ09). 2019.
2. L. O. M. BERREZUETA, . Estudio de la Memoria de Trabajo en Estudiantes con Bajo Rendimiento Escolar." Facultad De Ciencias Agrícolas De La Universidad Central Del Ecuador Disponible en [shorturl.at/tvIMY](http://shorturl.at/tvIMY),2018.

3. D. VILLAGOMEZ, G. PLUCK, AND P. ALMEIDA, "Relación entre la memoria de trabajo, inhibición de respuesta, y habilidad verbal con el éxito académico y el comportamiento en adolescentes" , Disponible en [shorturl.at/hnpB2](http://shorturl.at/hnpB2), vol. 8, pp. 87–100,2017.
4. I. ESQUIVEL GAMEZ, R. EDEL-NAVARRO, Y. NAVARRO RANGEL, AND I. GARCIA LOPEZ , "Entrenamiento de habilidades cognitivas en jóvenes estudiantes de instituciones públicas: Una propuesta basada en videojuegos.", Disponible en [shorturl.at/jANZ8](http://shorturl.at/jANZ8), 2019.
5. J. L. SOTO ORTIZ AND C. A. TORRES GASTELUR', "Percepciones y expectativas del aprendizaje en jóvenes universitarios", Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70645/5797-20538-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, vol. 14, no. 1, pp. 51–68, 2016.
6. PSICOTECNICO TEST. TEST MEMORIA A CORTO PLAZO - TEST DE MEMORIA, PsicotecnicoTest, Disponible en: <https://www.psicotecnicoestest.com/>
7. FLÓREZ , J, "La atención temprana en el síndrome de down: Bases neurobiológicas" , Disponible en: <http://downcantabria.com/revistapdf/87/132-142.pdf>, revista Síndrome De Down, 22, 132-142, 2005.
8. DENNEN, V. P., BURNER, K. J, "The cognitive apprenticeship model in educational practice", Disponible en: Handbook of Research on Educational Communications and Technology, 3, 425- 439. 2008.
9. COLLINS, A., BROWN, J. S., NEWMAN, S. E, "Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics", Disponible en: <https://people.ucsc.edu/gwells/Files/CoursesFolder>, pp,453 – 494, 1989.
10. BADDELEY, A. D., HITCH, G, "Working memory Academic Press", Disponible en: [shorturl.at/adknM](http://shorturl.at/adknM), In Bower G. H. (Ed.), 1974.
11. ETCHEPAREBORDA, M. C., ABAD-MAS, L, "Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje", Disponible en: <https://s3.amazonaws.com/academica.edu/documents>, Revista De Neurología, 40(1), 79-83, 2005.
12. ALBERINI, C. M., "Transcription factors in long-term memory and synaptic plasticity", Disponible en: Physiological Reviews, 89(1), 121-145. doi:10.1152/physrev.00017.2008, 2009.
13. JOHNSON, E. A., . A study of the effects of immersion on short term spatial memory", Disponible en: [shorturl.at/dgvHX](http://shorturl.at/dgvHX), 2010.
14. M. FERNANDEZ, El uso de la mnemotecnica en los estudiantes japoneses", Disponible en: <http://jaltpublications.org/archive/proceedings/2009/S037.pdf>,in JALT2009 Conference Proceedings. Tokyo: JALT, 2010.
15. AULABLOG, "¿Qué entendemos por Mobile Learning?", Disponible en: [shorturl.at/cqDX7](http://shorturl.at/cqDX7), Creative Commons, 2014.
16. SMITH, P.L. RAGAN, T, "Instructional design", Disponible en: <https://disenoinstruccional.wordpress.com/2007/09/12/modelosdel-diseno-instruccional>, 1999.
17. TECNOLOGICO DE MONTERREY, Gamificacion , Disponible en: <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-gamificacion.pdf>, Edu Trends, 5–10, 2016.

18. HERNANDEZ SAMPIERI, R., FERNANDEZ COLLADO, C., BAPTISTA LUCIO, P., Metodología de la investigación , Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sextaedicion.compressed.pdf>, 1996.
19. DEL RÍO, O, . El proceso de investigación: etapas y planificación en Vilches”, disponible en: La investigación en la comunicación. Métodos y técnicas en la era digital, Ed. Gedisa, pp. 67-93, 2011.
20. GOOGLE ARCORE, ARCore overview — ARCore, Disponible en: <https://developers.google.com/ar/discover/>.
21. LA VANGUARDIA, Una aplicación de realidad aumentada evalúa La Memoria espacial en escolares”, Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/vida/20160904/41102734571/unaaplicacion-de-realidad-aumentada-evalua-la-memoria-espacial-en-escolares.html>, 2016.
22. CENTRO TECNOLÓGICO ITCL, Realidad Aumentada para pérdidas de memoria” ,Disponible en: <https://itcl.es/proyectosrv/nacodeal/>, 2014.
23. BORJA GARCIA, J M, . Aplicaciones y formatos educativos para la RA”, Disponible en: <https://blogthinkbig.com/realidad-aumentadaaulas>, 2018.
24. WILLEMSSEN, P., JAROS, W., MCGREGOR, C., DOWNS, E., BERNDT, M., PASSOFARO, A, ”Memory task performance across augmented and virtual reality” Disponible en: IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 2018 IEEE Conference On, 723, 2018 .
25. MUNOZ-MONTOYA, F., JUAN, M., MENDEZ-LOPEZ, M., FIDALGO, C, . Augmented reality based on SLAM to assess spatial short-term memory.” Disponible en: IEEE Access, Access, IEEE, 7, 2453, 2019. X. ANEXOS