



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**TEMA:**

---

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL  
BASADA EN UNA ACTIVIDAD DE LA VIDA DIARIA (AVD) PARA LA  
ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN ADULTOS JÓVENES**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero en  
Ciencias de la Computación

**Autor(a)**

Marco Antonio Salazar Castillo

**Tutor(a)**

Ing. Jorge Luis Buele León

AMBATO– ECUADOR  
2024

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA  
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Marco Antonio Salazar Castillo, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL BASADA EN UNA ACTIVIDAD DE LA VIDA DIARIA (AVD) PARA LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN ADULTOS JÓVENES”, como requisito para optar al grado de Ingeniero en Ciencias de la Computación y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 02 días del mes de Mayo de 2024, firmo conforme:

Autor: Marco Antonio Salazar Castillo



Firma: .....

Número de Cédula: 185042301-1

Dirección: Tungurahua, Ambato.

Correo Electrónico: marcoasc98@gmail.com

Teléfono: +593 96 067 7758

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL BASADA EN UNA ACTIVIDAD DE LA VIDA DIARIA (AVD) PARA LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN ADULTOS JÓVENES” presentado por Marco Antonio Salazar Castillo, para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación,

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Ambato, 02 de Mayo de 2024

.....

Ing. Jorge Luis Buele León

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 02 de Mayo de 2024



.....  
Marco Antonio Salazar Castillo  
185042301-1

## **APROBACIÓN DE LECTORES**

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL BASADA EN UNA ACTIVIDAD DE LA VIDA DIARIA (AVD) PARA LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN ADULTOS JÓVENES, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Ambato, 02 de Mayo de 2024

.....

Ing. Franklin Adrián Castillo Ledesma

LECTOR(A)

.....

Ing. Patricio Gustavo Lara Álvarez

LECTOR(A)

## **DEDICATORIA**

**En primer lugar, quiero dedicar este proyecto de tesis a mis padres Marco e Irene, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido la base de mi educación y crecimiento personal. A mis hermanas Mónica y Diana, y a Roberto, quienes han sido mi apoyo constante a lo largo de este viaje. A mis sobrinos Jonathan y Carolina por su cariño, espero tomen mi ejemplo y sepan volar alto.**

**De una manera muy especial, dedico este trabajo a Eduardo, Angélica, Rubén, Pablo y Paulina por abrirme sus corazones y brindarme un hogar lleno de amor y oportunidades. Por último, dedico este trabajo a dos personas muy especiales que han dejado una huella indeleble en mi vida. Gabriel, por su constante apoyo y ser mi mayor fuente de inspiración, y Joel, por su amistad inquebrantable y su capacidad para ver lo mejor de mí en todo momento.**

***-Marco***

## **AGRADECIMIENTO**

**Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este increíble viaje académico. En primer lugar, agradezco a Dios por darme la sabiduría, el conocimiento y las fuerza en todo momento. Agradezco de la manera más profunda a toda mi familia por su amor incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Gracias por ser mis mejores compañeros y animadores en todo momento.**

**Mi agradecimiento especial va también para el Ingeniero Jorge Buele por su invaluable orientación y paciencia.**

**Finalmente, quiero agradecer a mis amigos y compañeros de clase, quienes hicieron de este viaje una experiencia inolvidable. Sus palabras de aliento y momentos compartidos han sido fundamentales en este proceso.**

**A todos ustedes, les agradezco por estar allí en cada paso del camino. Este logro no habría sido posible sin su apoyo y contribuciones.**

**-Marco**

## INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xiv
ABSTRACT .....	xvi
CAPITULO I .....	1
INTRODUCCION .....	1
1.1. CONTEXTUALIZACION .....	1
1.2. EL PROBLEMA .....	2
1.3. PROGNOSIS .....	3
1.4. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	4
1.5. JUSTIFICACION .....	6
1.6. OBJETIVOS .....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	8
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	8
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	9
CAPÍTULO III .....	24
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
3.1. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN .....	24
3.1.1. Investigación Aplicada .....	24
3.1.2. De campo .....	25
3.1.3. Enfoque .....	25
3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	26
3.2.1. Muestra y población. ....	26
3.2.2. Observación de requerimientos. ....	26
3.2.3. Encuesta de requerimientos. ....	26



3.2.4.	Encuesta de usabilidad .....	28
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS .....		30
4.1.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	30
4.1.1.	Factibilidad Operativa .....	30
4.1.2.	Factibilidad Técnica .....	31
4.1.3.	Factibilidad Económica .....	32
4.2.	METODOLOGÍA .....	33
4.3.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....	34
4.3.1.	Planificación del Proyecto.....	35
4.3.2.	Tabla de Requerimientos .....	42
4.3.3.	<i>Sprint 1</i> : Planificación de desarrollo .....	43
4.3.4.	<i>Sprint 2</i> : Diseño de la aplicación .....	46
4.3.5.	<i>Sprint 3</i> : Desarrollo de funcionalidades básicas .....	49
4.3.6.	<i>Sprint 4</i> : Implementación de actividades de estimulación cognitiva 51	
4.3.7.	<i>Sprint 5</i> : Ajustes en la experiencia de usuario .....	60
4.3.8.	<i>Sprint 6</i> : Lanzamiento y evaluación .....	61
4.4.	RESULTADOS .....	62
4.4.1.	Evaluación preliminar de estimulación cognitiva .....	62
4.4.2.	Test de Usabilidad .....	70
CAPITULO V .....		73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		73
5.1.	CONCLUSIONES .....	73
5.2.	RECOMENDACIONES .....	73
BIBLIOGRAFÍA .....		75
ANEXOS .....		78

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de tecnologías de realidad virtual. ....	31
Tabla 2. Tabla de requerimientos .....	42
Tabla 3. Lista de objetos a incluir .....	46
Tabla 4. Lista de objetos generados según dificultad .....	52
Tabla 5. Cuestionario del test de usabilidad SUS .....	70
Tabla 6. Resultados del test de usabilidad SUS .....	71

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Edad de los participantes de la encuesta de requerimientos .....	35
Gráfico 2. Género de los participantes de la encuesta de requerimientos .....	35
Gráfico 3. Nivel de estudio de los participantes .....	36
Gráfico 4. Estatus social de los participantes de la encuesta de requerimientos. ...	36
Gráfico 5. Ocupación de los participantes .....	37
Gráfico 6. Frecuencia de uso de RV de los participantes .....	37
Gráfico 7. Frecuencia de AVD desafiantes cognitivamente .....	38
Gráfico 8. Aplicaciones o métodos utilizados para la estimulación cognitiva .....	39
Gráfico 9. Interés en utilizar una aplicación VR para la estimulación cognitiva ...	39
Gráfico 10. Preferencia de AVD para incluir en la aplicación. ....	40
Gráfico 11. Preferencia de desafíos cognitivos para abordar en la aplicación .....	40
Gráfico 12. Preferencia de características en la aplicación .....	41
Gráfico 13. Criterio de evaluación “Lista de Productos” en dificultad fácil .....	63
Gráfico 14. Criterio de evaluación “Lista de Productos” en dificultad medio. ....	63
Gráfico 15. Criterio de evaluación “Lista de Productos” en dificultad difícil. ....	64
Gráfico 16. Criterio de evaluación “Pago Correcto” en dificultad fácil .....	65
Gráfico 17. Criterio de evaluación “Pago Correcto” en dificultad media .....	65
Gráfico 18. Criterio de evaluación “Pago Correcto” en dificultad difícil. ....	66
Gráfico 19. Número de errores por dificultad .....	66
Gráfico 20. Tiempo total del intento en dificultad fácil .....	67
Gráfico 21. Tiempo total del intento en dificultad medio .....	68
Gráfico 22. Tiempo total del intento en dificultad difícil .....	69

## INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación de la empresa .....	5
Imagen 2. Estimación de costos utilizando software web COCOMO II .....	33
Imagen 3. Modelos 3D de las frutas. ....	47
Imagen 4. Modelos 3D de los productos de supermercado utilizados .....	47
Imagen 5. Modelos 3D de los estantes .....	48
Imagen 6. Jerarquía de la escena principal .....	48
Imagen 7. Diseño del escenario .....	49
Imagen 8. Avatar .....	50
Imagen 9. Función "LoadGame". .....	51
Imagen 10. Clase StateNameController .....	51
Imagen 11. Generación aleatoria de productos según dificultad .....	53
Imagen 12. Ejemplo de ejecución de la función _generateFoodByDifficult .....	54
Imagen 13. Función TargetHit .....	55
Imagen 14. Método OnCollisionEnter .....	56
Imagen 15. Algoritmo para calcular los errores totales .....	57
Imagen 16. Canvas de Pago. ....	58
Imagen 17. Función para validar pago. ....	59
Imagen 18. Ejemplo de Canvas de resultado .....	59
Imagen 19. Ajustes en los Canvas de la escena .....	60
Imagen 20. Canvas para finalizar el intento .....	61
Imagen 21. Ajustes de compilación de la aplicación. ....	62
Imagen 22. Representación de los resultados de un SUS .....	72
Imagen 23. Interpretación de escala SUS en grados y percentiles .....	72

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Árbol de Problemas .....	3
Ilustración 2. Diagrama de flujo del funcionamiento base de la aplicación. ....	44
Ilustración 3. Sketch de diseño del escenario .....	45

# UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

## FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

### CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

#### **TEMA: DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL BASADA EN UNA ACTIVIDAD DE LA VIDA DIARIA (AVD) PARA LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN ADULTOS JÓVENES**

**AUTOR:** Marco Antonio Salazar Castillo

**TUTOR:** Ing. Jorge Luis Buele León

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

La estimulación cognitiva es un aspecto relevante para mantener una salud mental estable. La falta de ejercitación mental hace que exista un menor rendimiento cognitivo y por ende haya mayor dificultad para realizar ciertos procesos. Por ello, el presente proyecto se centra en el desarrollo de una aplicación de realidad virtual basado en una actividad de la vida diaria diseñada para la estimulación cognitiva en adultos jóvenes. El objetivo es abordar los desafíos cotidianos relacionados a la memoria, la atención y las funciones ejecutivas mediante el uso de tecnología de vanguardia. Para el desarrollo del presente proyecto, se utilizó la metodología SCRUM para obtener un enfoque centrado en el usuario y altamente flexible. La aplicación desarrollada ofrece actividades diseñadas para mejorar diferentes aspectos de la cognición y permitir la transferencia de habilidades hacia la vida real. El estudio se basa en una investigación aplicada y de campo, con enfoque cuantitativo. Como herramienta para la recopilación de información se utilizó la prueba de usabilidad SUS para evaluar la eficacia, la eficiencia y la satisfacción de la aplicación. El tamaño total de la muestra fue de 20 personas, de las cuales 11 son hombres y 9 mujeres. Las pruebas preliminares dirigidas a los usuarios finales revelaron un progreso en las áreas cognitivas vinculadas a la aplicación. El promedio del tiempo total de resolución se redujo de 2:59 a 2:43 en el último intento de la dificultad difícil junto con resultados positivos en cuanto a la facilidad de uso y la satisfacción del usuario. Tras el análisis del test de usabilidad SUS, se obtuvo un puntaje de 81.36. Siendo 68 el puntaje mínimo positivo, el puntaje obtenido muestra que el proyecto es sumamente aceptable en términos de usabilidad perteneciendo al percentil 90-95. Este trabajo presenta una contribución significativa al campo de la estimulación cognitiva y de la realidad virtual. Además, permite la posibilidad de futuras investigaciones y mejoras en el diseño y funcionalidad de la aplicación, al igual que su adaptación para diferentes grupos de usuarios y contextos.

**DESCRIPTORES:** Estimulación Cognitiva, Realidad Virtual, Actividad de la vida diaria, Unity.

**INDOAMERICA UNIVERSITY**

**FACULTY OF ENGINEERING, INDUSTRY AND PRODUCTION**

**COMPUTER SCIENCE ENGINEERING DEGREE**

**SUBJECT: DEVELOPMENT OF A VIRTUAL REALITY APPLICATION  
BASED ON AN ACTIVITY OF DAILY LIVING (AVD) FOR COGNITIVE  
STIMULATION IN YOUNG ADULTS**

**AUTHOR:** Marco Antonio Salazar Castillo

**TUTOR:** Ing. Jorge Luis Buele León

**ABSTRACT**

Cognitive stimulation is a relevant aspect of maintaining stable mental health. The lack of mental exercise leads to lower cognitive performance and therefore to greater difficulty in performing certain processes. Therefore, the present project focuses on the development of a virtual reality application based on a daily life activity designed for cognitive stimulation in young adults. The goal is to address everyday challenges related to memory, attention, and executive functions using cutting-edge technology. For the development of the present project, the SCRUM methodology was used to obtain a user-centered and highly flexible approach. The developed application offers activities designed to improve different aspects of cognition and allow the transfer of skills to real life. The study is based on applied and field research, with a quantitative approach. As a tool for data collection, the SUS usability test was used to evaluate the effectiveness, efficiency, and satisfaction of the application. The total sample size was twenty people, of which eleven were men and nine were women. Preliminary tests targeting end users revealed progress in cognitive areas linked to the application. The average total time to solve was reduced from 2:59 to 2:43 on the last attempt of the difficult difficulty along with positive results in terms of ease of use and user satisfaction. After analysis of the SUS usability test, a score of 81.36 was obtained. Being 68 the minimum positive score, the obtained score shows that the project is highly acceptable in terms of usability belonging to the 90-95 percentile. This work presents a significant contribution to the field of cognitive stimulation and virtual reality. In addition, it allows the possibility of future research and improvements in the design and functionality of the application, as well as its adaptation for different user groups and contexts.

**KEYWORDS:** Activity of daily living, Cognitive Stimulation, Unity, Virtual Reality



# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1. CONTEXTUALIZACION

A nivel macro, la necesidad de herramientas para mejorar la salud mental en jóvenes adultos refleja una tendencia global de aumento en trastornos como ansiedad y depresión. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 322 millones de personas sufren depresión, el número total estimado aumentó un 18,4% desde el 2005, mientras que alrededor de 264 millones de personas sufren de ansiedad, del cual existe un aumento del 14,9% desde el 2005 [1]. Este fenómeno se atribuye a factores socioculturales, como la presión académica y laboral, y a la creciente dependencia de la tecnología. El creciente uso en herramientas como realidad virtual tienen un sinfín de aplicaciones que día a día se van desarrollando para abarcar las distintas áreas y resolver los problemas. Además, los avances tecnológicos, incluida la realidad virtual, están transformando el panorama de la salud mental al ofrecer soluciones innovadoras. En este contexto, el desarrollo de una aplicación VR para estimulación cognitiva no solo responde a una demanda creciente, sino que también aprovecha el potencial de la tecnología para abordar desafíos de salud mental a nivel global.

A nivel meso, la colaboración con instituciones educativas y organizaciones de salud mental resulta fundamental. En Latinoamérica, según la Organización Mundial de la Salud, alrededor del 22,4% de la población sufre de dolencias mentales como la depresión y la ansiedad severa [2]. Las universidades, como centros de investigación y formación, ofrecen un entorno propicio para integrar la aplicación VR en programas de bienestar estudiantil, aunque no sea aplicado comúnmente. Además, algunas organizaciones de salud mental locales no respaldan la difusión de nuevas herramientas de estimulación cognitiva y es crucial dado que sin el apoyo de entidades dedicadas al contexto privaría de la facilidad de acceso a recursos y apoyo técnico para lograr la adopción y la efectividad a largo plazo del programa.

A nivel micro, la percepción individual de los jóvenes adultos hacia la salud mental y la tecnología es crucial. La ausencia de interés respecto al autocuidado y la aceptación de herramientas digitales para el bienestar es un problema dado que individuos jóvenes pueden experimentar dificultades para concentrarse en tareas académicas o laborales, sentirse mentalmente agotados debido a la monotonía de sus rutinas, o experimentar lapsos de memoria y falta de agudeza mental. Las

interacciones sociales y el entorno pueden también desempeñar un papel importante, ya que la falta de estímulos intelectuales en el entorno cercano puede limitar las oportunidades de desarrollo cognitivo. En Ambato, programas como “Huellas de Sabiduría” involucran la estimulación cognitiva en adultos mayores [3]. Sin embargo, a nivel micro no se ha encontrado un programa de estimulación cognitiva dirigido a jóvenes adultos quienes según los datos, es la población más propensa a sufrir trastornos de ansiedad y depresión. En este contexto, la implementación de herramientas efectivas y atractivas, como una aplicación de realidad virtual basada en actividades de la vida diaria, puede ser crucial para contrarrestar esta carencia y fomentar un mayor desarrollo cognitivo en los jóvenes adultos.

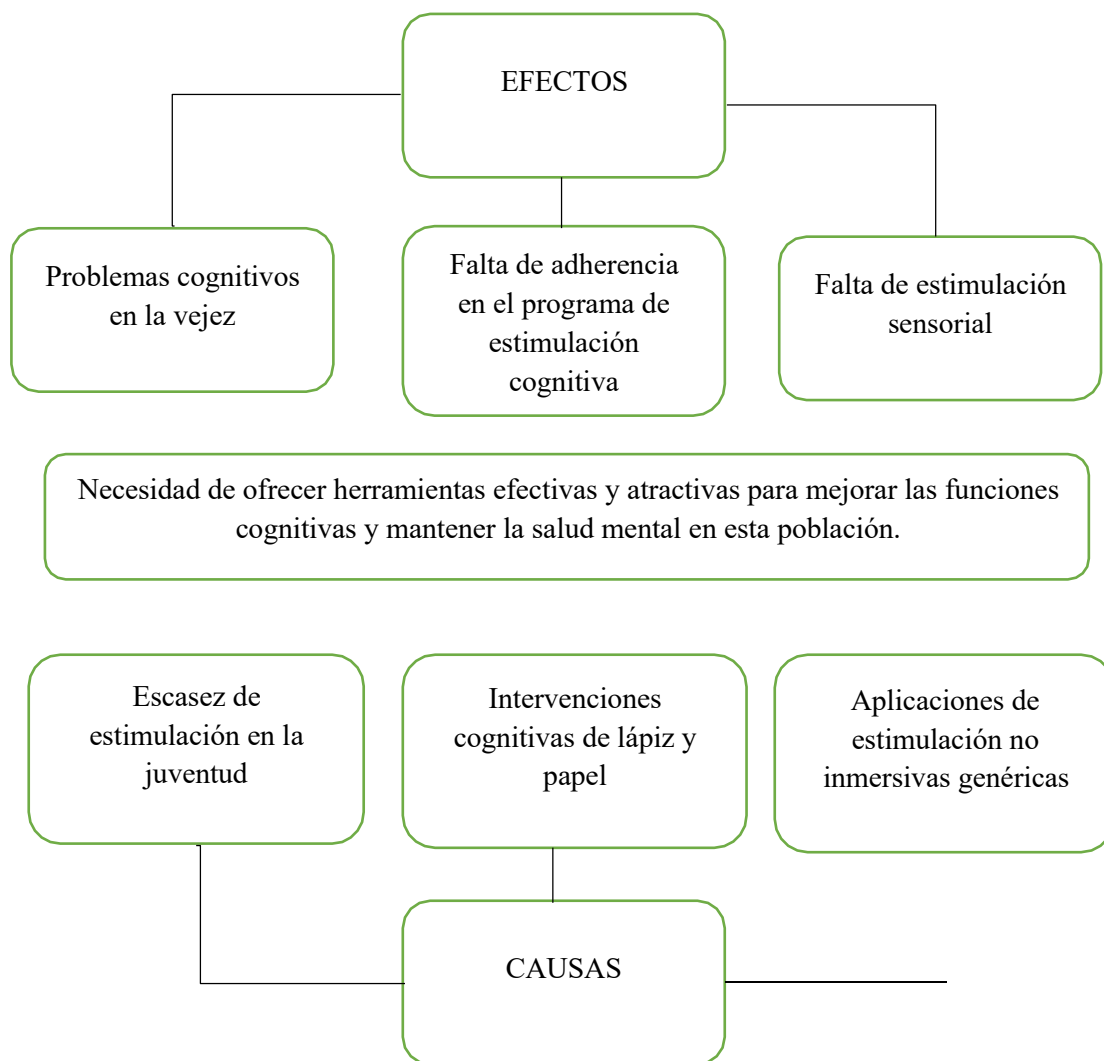
## **1.2. EL PROBLEMA**

Según lo establece la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud no se limita al bienestar físico, también abarca la salud mental y social, así como la ausencia de enfermedades. Esto cobra especial relevancia en la prevención de enfermedades neurodegenerativas que afectan tanto a adultos jóvenes como a personas mayores. Si bien las sesiones de estimulación física son fundamentales para mantener la salud en general, la estimulación cognitiva también juega un papel crucial. Las intervenciones convencionales, conocidas como “lápiz y papel” podrían generar sensaciones de monotonía en el participante como lo mencionan [4].

La rápida evolución de las tendencias tecnológicas ha llevado al desarrollo de aplicaciones de realidad virtual (RV) que ofrecen experiencias envolventes y una interacción sin precedentes con el usuario. Estas aplicaciones crean mundos virtuales tridimensionales completos que pueden ser tan realistas como imaginativos, permitiendo a los usuarios sumergirse en realidades alternas. A diferencia de los entornos físicos, las posibilidades que ofrece la RV son virtualmente ilimitadas y abarcan una variedad de disciplinas, incluida la medicina, donde se han utilizado para mejorar la salud y prevenir enfermedades [5]. Investigaciones recientes han demostrado que la RV puede tener un impacto positivo en la memoria [6], lo que la convierte en una herramienta prometedora en el campo de la estimulación cognitiva [7].

Sin embargo, es importante destacar que muchas de las aplicaciones de RV centradas en la estimulación cognitiva, como los "juegos serios", tienden a presentar actividades genéricas que a menudo carecen de relevancia para la vida diaria. Estas actividades pueden incluir recordar pares de cartas, navegar por laberintos o visitar museos virtuales, entre otras. Esta falta de conexión con las tareas cotidianas puede limitar la transferencia de conocimientos adquiridos en el entorno virtual a situaciones reales. En última instancia, esta limitación podría traducirse en una

estimulación cognitiva insuficiente, lo que aumenta el riesgo de problemas cognitivos como la demencia y el deterioro cognitivo en el futuro. Por lo tanto, es esencial explorar enfoques que integren de manera más efectiva la RV en las actividades diarias para maximizar su impacto en la salud cognitiva de las personas.



**Ilustración 1.** Árbol de Problemas

### 1.3.PROGNOSIS

No desarrollar una aplicación de RV basada en una actividad de la vida diaria (AVD) para la estimulación cognitiva de adultos jóvenes podría tener varias consecuencias a distintos niveles.

En términos de impacto sobre la salud cognitiva, los adultos jóvenes podrían perder la oportunidad de beneficiarse de una herramienta de estimulación cognitiva que

podría contribuir al desarrollo y mantenimiento de las capacidades intelectuales. Los beneficios potenciales en términos de prevención de problemas cognitivos a largo plazo podrían pasarse por alto, dado que las actividades de estimulación cognitiva pueden tener un impacto positivo en la salud cerebral.

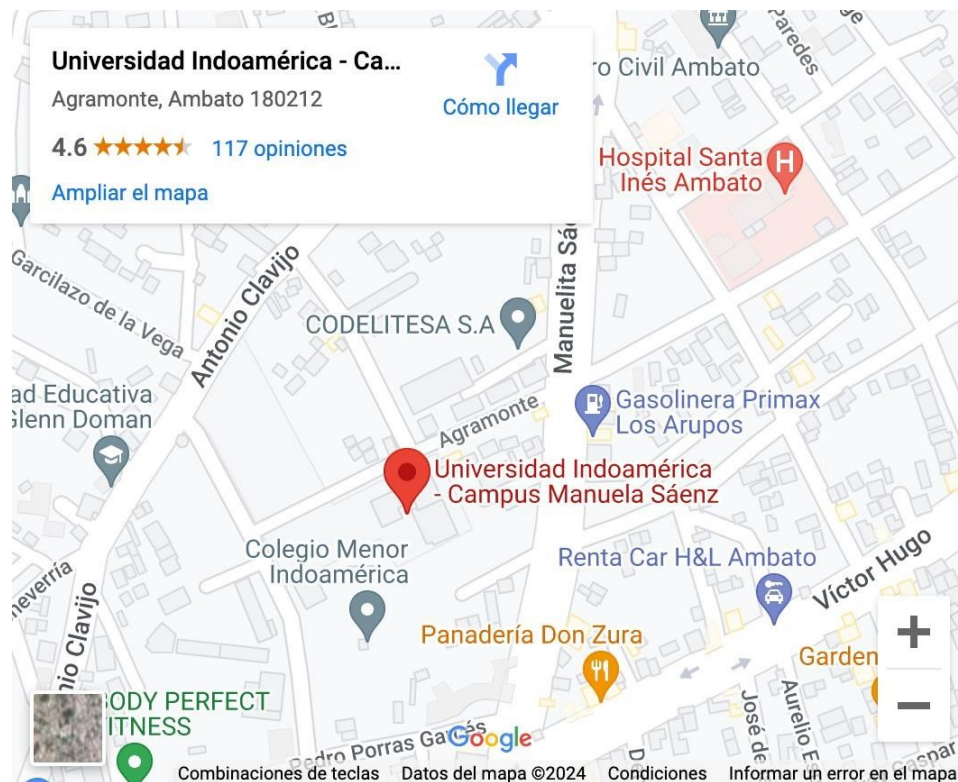
En la actualidad, no existe diversidad de herramientas tecnológicas para la estimulación cognitiva, por lo que no llevar a cabo el proyecto supondría perder una oportunidad de avanzar en el desarrollo tecnológico, especialmente en el campo de la realidad virtual aplicada a la salud mental. Se perdería la oportunidad de establecerse a nivel nacional y quizás internacional como referente en la investigación y aplicación de nuevas tecnologías para el bienestar cognitivo.

También repercutiría negativamente en la falta de datos y conocimiento, ya que la no realización del proyecto supondría la ausencia de datos concretos sobre la efectividad de la aplicación con la población ecuatoriana de adultos jóvenes. Se perdería la oportunidad de obtener conocimientos valiosos sobre las preferencias y necesidades específicas de los adultos jóvenes en términos de estimulación cognitiva utilizando la realidad virtual.

En términos generales, la no realización de un proyecto de estas características podría suponer la pérdida de importantes oportunidades en términos de salud cognitiva, desarrollo tecnológico, generación de conocimiento y mejoras sociales, educativas y económicas.

#### **1.4. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

La siguiente propuesta se la realizará en la Universidad Indoamérica Matriz, está ubicado en la calle Agramonte y Av. Manuela Sáenz, 180212, Tungurahua, Ambato, Ecuador.



**Imagen 1.** Ubicación de la empresa

La Universidad Indoamérica es una institución educativa con más de tres décadas al servicio de la ciencia y la formación de profesionales de excelencia que imparte conocimientos en carreras de grado y programas de posgrado que abarcan áreas como Administración y Negocios; Ingeniería, Industria y Producción; Ciencias de la Salud y Bienestar Humano; Ciencias de la Educación; Jurisprudencia y Ciencias Políticas; Arquitectura y Construcción y Ciencias del Medio Ambiente. La Universidad Indoamérica tiene como misión “Generar vínculos con la sociedad que fomente la ética, el emprendimiento, la competencia social y ser ambientalmente responsable, mediante el aseguramiento de la calidad en la ciencia, innovación, tecnología, cultura y desarrollo sostenible”. La visión de la Universidad Indoamérica es “Ser una Universidad comprometida con la sociedad y un referente a nivel internacional”.

La Universidad Indoamérica es una institución educativa de mucho prestigio. El principal problema que se ha encontrado es la falta de estimulación sensorial y cognitiva en el presente grupo el cual puede desencadenar varios problemas posteriores en edades avanzadas. Esta situación se presenta en los jóvenes adultos y la situación actual se puede observar la carencia de herramientas efectivas y atractivas para la estimulación de las funciones cognitivas y mantener la salud mental.

## 1.5. JUSTIFICACION

La realización de esta propuesta es **importante** para analizar las áreas cognitivas clave que deben ser estimuladas en adultos jóvenes para abordar desafíos de la vida diaria para poder estimularlas y evitar problemas futuros relacionados a la carencia continua de estimulación en actividades de la vida diaria. Los adultos jóvenes a menudo enfrentan una serie de desafíos cognitivos en su vida diaria. Estos desafíos incluyen la necesidad de manejar múltiples tareas, gestionar el tiempo eficazmente, tomar decisiones informadas y resolver problemas de manera efectiva.

Las actividades de la vida diaria tienen gran **impacto** en la cognición, entonces, una mejora en las habilidades cognitivas puede llegar a contribuir en una mejor calidad de vida y una gestión más efectiva de las responsabilidades. El estrés y la ansiedad son comunes entre los jóvenes y pueden afectar negativamente la cognición. Las aplicaciones de estimulación cognitiva basadas en AVD pueden ayudar a los usuarios a desarrollar habilidades para gestionar mejor el estrés y mejorar el bienestar emocional.

El desarrollo de la aplicación de realidad virtual basado en AVD ofrece un entorno inmersivo y altamente interactivo que puede ser especialmente atractivo y **beneficioso** para los adultos jóvenes. Este medio proporciona múltiples **utilidades**, la aplicación ofrece un enfoque novedoso y atractivo para la estimulación cognitiva y sensorial, aprovechando las capacidades inmersivas de la realidad virtual para proporcionar experiencias envolventes y altamente personalizadas, además, la experiencia inmersiva puede aumentar la motivación y la participación en las actividades de estimulación cognitiva. Por lo tanto, la aplicación no solo ofrece un medio para la estimulación cognitiva, sino que también su uso permite una contribución significativa a la promoción del bienestar emocional y mental de los jóvenes adultos.

La realización del presente proyecto aporta interés científico, social y tecnológico dado que es clave para la resolución del problema propuesto. Su importancia radica en la evidencia empírica que indica la existencia de numerosos estudios científicos que respaldan la relación entre la estimulación cognitiva y la mejora de las funciones mentales. La aplicación de VR puede proporcionar una plataforma práctica para implementar y estudiar estos principios. Además, la utilización de la plasticidad cerebral la cual indica que el cerebro tiene la capacidad de adaptarse a lo largo de la vida lo cual puede ser ampliamente utilizado para la estimulación cognitiva, especialmente en entornos inmersivos de VR para promover un desarrollo cognitivo positivo.

La **factibilidad** del presente proyecto se basa en varios aspectos. La convergencia de la tecnología VR con las investigaciones en psicología cognitiva, neurociencia y ciencias de la computación ofrece una oportunidad única para desarrollar

intervenciones innovadoras basadas en evidencia. El desarrollo de la aplicación permite la personalización y adaptabilidad para las necesidades individuales con la finalidad de mejorar la eficacia de la estimulación cognitiva permitiendo un enfoque personalizado y variado entre individuos. Además, el uso de la realidad virtual ofrece la posibilidad de medir objetivamente la eficacia de las intervenciones cognitivas con métricas como el rendimiento en tareas específicas y las respuestas fisiológicas que pueden ser registradas y analizadas de manera cuantitativa.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **General**

- Desarrollar una aplicación de realidad virtual basada en una actividad de la vida diaria (AVD) para la estimulación cognitiva en adultos jóvenes.

### **Específicos**

- Investigar los requerimientos y las áreas cognitivas clave que deben ser estimuladas en adultos jóvenes para abordar desafíos de la vida diaria.
- Crear un escenario inmersivo que simule una situación de la vida real para fomentar la transferencia de habilidades a la realidad.
- Realizar pruebas preliminares con usuarios reales para evaluar la efectividad de la aplicación en términos de estimulación cognitiva y satisfacción del usuario.

## **CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En la última década, las tecnologías han crecido de manera exponencial y han sido aplicadas a todos los campos actuales que van desde salud hasta transporte. Tal es el caso de la realidad virtual y realidad aumentada los cuales se ha encontrado algunos proyectos a tomar en cuenta como antecedentes investigativos.

En el proyecto enfocado en el análisis de la literatura y la aplicación de realidad virtual en la estimulación cognitiva realizado por Bob Woods et al., con el tema: “*Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia*”, el cual indica que la realidad virtual suele incorporarse al proceso psicoterapéutico como un medio para proporcionar terapia de exposición. Los objetivos de esta revisión de alcance fueron sintetizar las pruebas más actualizadas sobre los resultados, la aceptabilidad y los efectos secundarios de las intervenciones con RV para tratar los trastornos de ansiedad en adultos. El proceso de búsqueda identificó 112 citas únicas. 52 (46%) de los artículos elegibles examinaron participantes con fobias específicas, 25 (22%) con TEPT (Trastorno de estrés postraumático), 21 (19%) con trastorno de ansiedad social, 12 (10%) con trastorno de pánico con o sin agorafobia, y 3 (3%) con trastorno de ansiedad generalizada. Las intervenciones de RV a menudo produjeron reducciones estadísticamente significativas y significativas de los síntomas en las personas con trastornos de ansiedad. Además, fueron aceptables para los clientes y se asociaron a efectos secundarios mínimos para todos los tipos de trastornos de ansiedad, excepto para el TEPT relacionado con el combate en veteranos de Vietnam. [8]

También se puede incluir el desarrollo de tesis realizado por Ester Ochoa con el tema “*Burtown: a VR experience*”. Este trabajo tiene como objetivo brindar una experiencia mágica en un mundo estilizado en realidad virtual, inspirado en el estilo y la obra de Tim Burton. La realidad virtual es útil para crear proyectos porque ayuda a que la experiencia sea más inmersiva y divertida. Sin embargo, esta tecnología conlleva sus propios desafíos técnicos que comienzan a surgir durante el diseño y la producción. Cuando se probó en humanos obtuvo muy buena respuesta y *feedback*, y se puede decir que ha conseguido sus objetivos originales. [9]

El trabajo desarrollado por Pedro Gamito et al., con el tema “*Virtual Reality-Based Cognitive Stimulation to Improve Cognitive Functioning in Community Elderly: A Controlled Study*” indica que los beneficios del uso de entornos naturales de



realidad virtual (RV) para intervenciones cognitivas en adultos mayores basadas en tareas cotidianas no están claros. La literatura sugiere que la similitud entre dichos ejercicios y las actividades del mundo real puede aumentar la generalización, extendiendo la transferencia de los resultados del entrenamiento a la vida cotidiana. El objetivo de este estudio fue investigar los beneficios de esta estimulación cognitiva de realidad virtual (VR-CS) con orientación ecológica en comparación con la estimulación cognitiva estándar en adultos mayores. Los resultados mostraron que el grupo que recibió VR-CS logró resultados positivos en cognición general, función ejecutiva, atención y memoria visual. Las mejoras en la función ejecutiva en este grupo fueron respaldadas por evidencia consistente de mejores habilidades de atención, pero menos evidencia de habilidades de memoria. Ambos efectos pueden contribuir a la mejora de las capacidades cognitivas generales. [10]

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **Cuarta revolución industrial**

La cuarta revolución industrial, comúnmente conocida como Industria 4.0, toma su nombre de una iniciativa lanzada en Alemania en 2011 a instancias de empresarios, políticos y académicos, que la definen como "los esfuerzos por aumentar la competitividad del sector manufacturero... de los medios". Alemania lo está consiguiendo, integrando cada vez más los sistemas ciberfísicos (SPC) en los procesos de producción [11].

CPS es un término general utilizado para describir la integración de inteligencia, máquinas conectadas y trabajo humano. Este hecho se refleja en el informe del grupo de trabajo Industria 4.0 publicado en 2013 por un amplio grupo de empresas, que incluye cuantitativa y cualitativamente a profesionales de la industria, expertos en inteligencia artificial, economistas y profesores universitarios, y está organizado por ACATECH (Academia Alemana de Ciencias. e Ingeniería). El Gobierno alemán no tardó en adoptar la idea, anunciando que adoptaría estrategias de alta tecnología para preparar al país para esta nueva revolución industrial [12].

Durante la visita del presidente federal alemán, Wulff, al DFKI (Instituto Alemán de Investigación en Inteligencia Artificial), se presentó el proyecto original de Alemania sobre Industria 4.0 y su visión de la Cuarta Revolución Industrial. En esta presentación se abordaron las tendencias y sistemas actuales en la industria y la inteligencia artificial, incluyendo aspectos como Internet de las cosas, Internet 3D y servicios que conectan el mundo material y digital mediante sensores inalámbricos y memorias digitales de productos. Se enfatizó que, de manera similar a cómo las personas comparten información en las redes sociales, ahora los

productos manufacturados y objetos cotidianos pueden intercambiar información sobre su estado, entorno, procesos de producción o planificación de mantenimiento [11].

La iniciativa Industria 4.0 no solo recibió un fuerte respaldo en Alemania, sino que también captó la atención en otras partes del mundo. Estados Unidos pronto adoptó la iniciativa, estableciendo un consorcio industrial de Internet en 2014 liderado por grandes empresas como General Electric, AT&T, IBM e Intel. En España, la comunidad autónoma de Euskadi (País Vasco) fue pionera en lanzar su propia iniciativa de Industria 4.0. A nivel nacional, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo anunció en colaboración con empresas multinacionales españolas como Banco de Santander, Telefónica e Indra, la iniciativa Industria Conectada 4.0, presentada oficialmente en octubre de 2015 como un proyecto del estado con apoyo presupuestario para empresas que abrazaran la iniciativa [11].

El término Industria 4.0, acuñado por el gobierno alemán, persigue la digitalización y la interconexión de sistemas y procesos industriales mediante la Internet de las Cosas, con el fin último de llevar a cabo la transformación digital en el ámbito industrial. A pesar de los esfuerzos por difundir este concepto, muchas empresas alemanas aún no han encontrado la manera de enfrentarse a este nuevo paradigma industrial ni de situarse estratégicamente en él. Según estudios, la mitad de los directivos en las industrias alemana, austriaca y suiza desconocen el término Industria 4.0; solo una cuarta parte dice conocerlo sin comprender completamente su significado, y solo la cuarta parte restante tiene un conocimiento adecuado de los cambios que conlleva la Industria 4.0 [11].

España está a la vanguardia en esta materia, ya que el gobierno vasco ha lanzado una iniciativa para promover la Industria 4.0, adoptando el concepto con el objetivo de impulsar la industria vasca y recuperar el 25% del PIB. Además, se discutirá una iniciativa a nivel nacional llamada Industria Conectada 4.0 [11].

El término Industria 4.0 ha ganado popularidad y ha generado iniciativas relacionadas en Europa, Asia y América. En esencia, se refiere a la creación de fábricas inteligentes, impulsada por empresas industriales alemanas como Siemens y Bosch [13].

La Industria 4.0 está estrechamente ligada al surgimiento de la Cuarta Revolución Industrial y representa una nueva forma de organizar la producción mediante tecnologías digitales e información inteligente obtenida del *Big Data*, que consiste en grandes volúmenes de datos que pueden ser transmitidos entre objetos inteligentes a través de la Internet de las Cosas. El concepto fue presentado por primera vez en 2011 en la Feria de Hannover, y en 2013, el gobierno alemán

encargó un informe a la Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Alemania (ACATECH) para detallar el significado y el potencial del término [13].

Tecnologías disruptivas como la computación en la nube, la computación ubicua, el Internet de las Cosas (IoT), el *Big Data* y la analítica, así como tendencias de consumo como BYOD (*Bring your Own Device*), están transformando la forma de entender la tecnología y de combinar tecnologías anteriores con otras que ya se asientan en ámbitos como los sensores, las redes inalámbricas y los objetos inteligentes. Tecnologías clásicas como M2M (*Machine to Machine*), que fomenta la comunicación entre máquinas y dispositivos, WSN (*Wireless Sensor Networks*) y la evolución del Internet de las Cosas hacia el Internet Industrial de las Cosas (IIOT) o IoE (*Internet of Everything*), como lo denomina Cisco, el gigante mundial de las telecomunicaciones [11].

### **Tecnologías Emergentes.**

Las tecnologías emergentes se definen como aquellas que están en proceso continuo de desarrollo y cuyo potencial aún no ha sido completamente explorado o realizado. Estas tecnologías tienen la capacidad de generar cambios significativos en varios aspectos de la vida humana, desde la manera en que trabajamos y nos comunicamos hasta cómo enfrentamos los desafíos globales. Su origen suele estar en avances científicos, ingenieriles o tecnológicos, y abarcan una amplia gama de campos, desde la inteligencia artificial y la biotecnología hasta la computación cuántica y las energías renovables [5].

Lo que diferencia a estas tecnologías es su potencial transformador, capaz de redefinir industrias enteras, crear nuevas oportunidades económicas y mejorar la calidad de vida de las personas. A menudo, operan en la intersección de disciplinas, fomentando la colaboración entre científicos, ingenieros, empresarios y otros expertos. Su adopción y aceptación pueden ser rápidas, impulsadas por la demanda del mercado, la innovación empresarial y el apoyo de políticas gubernamentales. Sin embargo, también plantean desafíos, como consideraciones éticas, preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad, y la necesidad de regulación y gobernanza adecuadas. En resumen, las tecnologías emergentes representan un campo fascinante de exploración y desarrollo que dará forma al futuro de nuestra sociedad [5].

Entre las tecnologías emergentes, destacan:

### **Inteligencia Artificial**

Alan Turing, reconocido como el pionero de la Inteligencia Artificial, desarrolló en 1936 una máquina capaz de ejecutar cualquier cálculo formalmente definido, un avance crucial para la adaptabilidad de dispositivos en diferentes escenarios y

procesos de razonamiento. En 1950, Turing propuso el influyente Test de Turing en su artículo "*Computing Machinery and Intelligence*". El término "Inteligencia Artificial" fue acuñado por John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon durante la conferencia de Dartmouth en 1956, definiéndola como la ciencia e ingeniería destinada a crear máquinas inteligentes y programas de computación inteligentes [11].

Hasta los años noventa y principios del siglo XXI, la IA estaba confinada principalmente a laboratorios de investigación y a programas de educación universitaria y posgrado. El reconocimiento definitivo de la IA llegó en 1997, cuando IBM demostró que su computadora de IA, *Deep Blue*, podía vencer al campeón mundial de ajedrez Gari Kaspárov. Aunque hubo periodos de estancamiento en la investigación, especialmente hasta mediados de la década de 2000, el resurgimiento de la IA se produjo con el advenimiento del aprendizaje profundo, lo que llevó a grandes inversiones por parte de empresas tecnológicas líderes en su desarrollo [11].

La introducción de Watson, el sistema de IA de IBM marcó un hito similar al de *Deep Blue* al ganar el concurso *Jeopardy!* en 2011. Watson ha demostrado su eficacia en sistemas cognitivos, procesamiento de lenguaje natural, razonamiento y aprendizaje automático, siendo aplicado en diversos campos como la medicina, el comercio electrónico, la seguridad cibernética y la banca internacional. Por otro lado, Google también ha alcanzado logros notables en IA al vencer al campeón mundial de Go con su programa *AlphaGo*, un juego oriental complejo [11].

En los últimos años, las principales empresas tecnológicas, especialmente aquellas relacionadas con Internet, han incursionado de manera significativa en el campo de la IA, ya sea desarrollando internamente o adquiriendo empresas especializadas en aprendizaje automático y aprendizaje profundo. Por ejemplo, Google adquirió *DeepMind* por 400 millones de dólares en 2014, un *startup* que actualmente cuenta con la mayor concentración de expertos en *Deep Learning* a nivel mundial. Además, Apple y Twitter también han realizado adquisiciones de startups especializadas en IA, como Perceptio y MadBits respectivamente [11].

La IA se ha vuelto esencial en el desarrollo de vehículos autónomos, sistemas de juegos como *AlphaGo* de Google *DeepMind* y en aplicaciones comerciales como la recomendación de productos en plataformas de compras en línea. También se utiliza en áreas como detección de fraudes, reconocimiento de voz y desarrollo de algoritmos predictivos en campos como la medicina y la seguridad [11].

Dada la amplitud de aplicaciones de la Inteligencia Artificial, se vuelve imperativo para todas las empresas integrarla en sus productos y servicios. Aquellas que no lo

hagan corren el riesgo de no poder competir con aquellas que utilizan redes de recolección de datos para mejorar las experiencias de los clientes y orientar las decisiones empresariales. La próxima generación de consumidores, que crecerá con tecnologías digitales a su alrededor, espera que las empresas anticipen sus necesidades y proporcionen respuestas instantáneas y personalizadas a cada consulta [11].

A pesar de que, hasta ahora, la Inteligencia Artificial ha sido cara o compleja para un uso óptimo en la mayoría de las empresas, se espera un cambio en los próximos años a medida que su uso se expanda. Esto tiene el potencial de hacer que cada empresa y cada empleado sean más inteligentes, rápidos y productivos. Los algoritmos de aprendizaje automático podrán analizar grandes cantidades de señales para dirigir llamadas de clientes al agente más adecuado o identificar clientes interesados en la compra de un producto.

A lo largo de los años, la Inteligencia Artificial ha experimentado un notable progreso, destacando especialmente el desarrollo del "aprendizaje profundo", una técnica inspirada en el funcionamiento de las redes neuronales del cerebro humano. Al aprovechar grandes conjuntos de datos, las redes neuronales artificiales profundas pueden aprender a realizar una amplia variedad de tareas, extrayendo información valiosa. Estos avances en el "aprendizaje profundo" tienen el potencial de equipar a los asistentes digitales con habilidades para planificar vacaciones con la misma eficiencia que un asistente humano, o permitir a las empresas evaluar las opiniones de los consumidores sobre una marca mediante análisis de datos de redes sociales y otros canales. En el campo de la salud, los algoritmos de aprendizaje profundo podrían facilitar a los médicos la identificación de células cancerosas o anomalías cerebrales en tiempo real, sin importar su ubicación geográfica [11].

### **Realidad Virtual (VR)**

La realidad virtual (RV) es una tecnología que permite a los usuarios sumergirse en un entorno generado por ordenador que simula la experiencia sensorial y perceptiva de estar en un lugar físico distinto del que realmente ocupan. Utilizando dispositivos como cascos de RV, guantes hápticos y otros dispositivos de interacción, los usuarios pueden explorar e interactuar con entornos virtuales en tiempo real [14].

La realidad virtual se basa en la creación de un mundo digital tridimensional que puede percibirse y explorarse mediante varios sentidos, como la vista, el oído y, en algunos casos, el tacto. Esto se consigue mediante el uso de gráficos avanzados, efectos de sonido envolventes y dispositivos de seguimiento del movimiento que permiten una experiencia inmersiva. La realidad virtual se utiliza en una gran variedad de aplicaciones, desde el entretenimiento y los videojuegos hasta la simulación médica, la formación en el lugar de trabajo, el diseño arquitectónico y

la terapia. Su capacidad para transportar a los usuarios a entornos virtuales totalmente interactivos y realistas la convierte en una poderosa herramienta de aprendizaje, exploración y experimentación en muchos campos [15].

La realidad virtual es de gran importancia en diversos campos por su capacidad de crear experiencias inmersivas, ya que ofrece la posibilidad de sumergir a los usuarios en entornos virtuales de gran realismo, permitiendo experiencias sensoriales y perceptivas envolventes. Esto es especialmente útil en aplicaciones como la educación, la formación y el entretenimiento, donde la inmersión total puede mejorar el aprendizaje, la retención de información y la satisfacción del usuario [16].

La realidad virtual es especialmente importante para la formación y la simulación, ya que proporciona un entorno seguro y controlado para entrenar a personas en situaciones que pueden ser peligrosas, costosas o difíciles de reproducir en la vida real. Por ejemplo, en el sector médico, los profesionales pueden practicar procedimientos quirúrgicos en un entorno virtual antes de realizarlos en pacientes reales, reduciendo así los riesgos y mejorando la precisión [17].

### **Gafas de Realidad Virtual**

En el mercado, se encuentra una amplia variedad de gafas de realidad virtual con diversas características y precios, generalmente de alta calidad, tanto para aplicaciones profesionales como de entretenimiento. Algunas de las opciones más destacadas incluyen:

- Oculus Rift: Probablemente una de las opciones más solicitadas, propiedad de Facebook y totalmente integrada con sus productos.
- HTC Vive: Ofrece una pantalla de gran calidad, aunque su precio es algo más elevado en comparación con el modelo de Facebook.
- PlayStationVR de Sony.
- Samsung Gear VR: Requiere el uso de un teléfono Samsung para su funcionamiento.
- Microsoft VR: Compatible también con las gafas de realidad virtual de Microsoft, HoloLens.
- Apple Vision Pro: Gafas donde su fuerte es la realidad mixta. Actualmente uno de los dispositivos de alta gama innovadores.
- Google Cardboard: Han tenido un impacto significativo en el sector. Además, Google ofrece el producto comercial muy solicitado llamado Google Daydream View.

Actualmente, las gafas de realidad virtual autónomas, que no dependen de teléfonos móviles y utilizan sensores para calcular la ubicación y posición del usuario, están

ganando popularidad. Estas tecnologías están siendo ampliamente adoptadas en diversos campos, desde el entretenimiento hasta la educación y la industria [11].

### **Locomoción dentro de realidad virtual**

La locomoción se refiere a los métodos utilizados por el usuario para desplazarse dentro de un entorno. La realidad virtual incorpora varios métodos de locomoción que se adapta a cada una de las necesidades. Los tipos de locomoción más comunes son la locomoción de desplazamiento real, la teletransportación y el movimiento continuo [18].

**Locomoción de desplazamiento real:** Este tipo de locomoción es un enfoque que busca integrar el movimiento físico real del usuario dentro del entorno virtual, es decir, los usuarios se mueven físicamente dentro de un espacio físico real y este movimiento se traduce dentro del entorno virtual. Es un tipo de desplazamiento común, sin embargo, no es muy utilizado dado el espacio necesario para simular el entorno virtual, aunque actualmente existen herramientas como los *Cybershoes* o la tecnología *Treadmill* que reducen el espacio necesario para poder desplazarse en el entorno virtual [19].

**Locomoción de teletransportación:** Es un movimiento de locomoción popular en donde los usuarios seleccionan un punto dentro del entorno virtual y son teletransportados instantáneamente al lugar. Es utilizado en varias aplicaciones debido a que reduce el riesgo de experimentar *Motion Sickness*, pero puede romper la sensación de inmersión si se usa de manera excesiva [19].

**Movimiento Continuo o *Smooth Locomotion*:** Es un movimiento de locomoción ampliamente utilizado en aplicaciones de realidad virtual que permite a los usuarios desplazarse dentro del entorno virtual de manera continua y fluida con el uso de un joystick o algún controlador de movimiento. A diferencia del método de teletransportación, este método de locomoción ofrece una experiencia inmersiva y natural ya que permite la exploración fluida del entorno sin interrupciones. Sin embargo, algunas personas pueden experimentar *Motion Sickness* al utilizar el movimiento continuo [19].

### **Realidad Mixta (MR)**

La realidad mixta (RM) es una tecnología que combina elementos de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) para crear un entorno interactivo en el que coexisten objetos y personajes virtuales que pueden interactuar con el mundo físico en tiempo real. En la realidad mixta, los usuarios pueden ver tanto el mundo real como elementos virtuales superpuestos, creando una experiencia híbrida que integra lo mejor de ambos mundos [11].

La principal característica de la realidad mixta es la capacidad de los objetos y personajes virtuales para interactuar con el entorno físico y viceversa. Esto es posible gracias al uso de sensores y cámaras que siguen la posición y el movimiento de los objetos físicos y virtuales, permitiendo interacciones realistas. Por ejemplo, un usuario puede ver a un personaje virtual caminando por su salón y, al mismo tiempo, ver los muebles y objetos físicos de la habitación [11].

La realidad mixta tiene aplicaciones en campos muy diversos, como el entretenimiento, la educación, el diseño, la medicina y la industria. Por ejemplo, en el diseño de productos, los ingenieros pueden utilizar la realidad mixta para visualizar y manipular modelos virtuales en un contexto real, lo que facilita la colaboración y la toma de decisiones. En el campo de la medicina, los cirujanos pueden utilizar la realidad mixta para visualizar imágenes médicas en tiempo real durante una operación, mejorando la precisión y la seguridad del procedimiento [5].

### **Realidad Extendida (XR)**

La realidad extendida (XR) es un término que engloba todas las tecnologías y experiencias destinadas a ampliar la percepción humana más allá de los límites convencionales del mundo físico. Este concepto incluye la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA), la realidad mixta (RM) y otras formas de interacción entre el mundo real y el digital. El propósito de la XR es crear entornos inmersivos y significativos que fusionen elementos del mundo físico y virtual, brindando a los usuarios una experiencia enriquecida y transformadora de la realidad. Esta tecnología tiene diversas aplicaciones en campos como el entretenimiento, la educación, la medicina y la industria, y se espera que transforme la manera en que interactuamos con la tecnología y nuestro entorno [11].

### **Internet de las cosas (IoT)**

El concepto de Internet de las cosas (IoT) se refiere a la conexión de dispositivos físicos a través de internet, permitiéndoles recopilar y compartir datos de manera autónoma, sin necesidad de intervención humana directa. Estos dispositivos abarcan desde electrodomésticos y dispositivos médicos hasta vehículos y sensores industriales. La esencia del IoT radica en la capacidad de estos dispositivos para comunicarse entre sí y con sistemas de software, posibilitando así la recopilación, el intercambio y el análisis de datos en tiempo real [11].

El IoT encuentra aplicación en una amplia gama de industrias y ámbitos. Por ejemplo, en el hogar inteligente, dispositivos como termostatos, luces y cerraduras pueden ser controlados y monitoreados remotamente a través de aplicaciones móviles. En el sector de la salud, los dispositivos médicos conectados pueden monitorear continuamente la salud de los pacientes y enviar alertas a los profesionales médicos ante cualquier irregularidad. En la agricultura, los sensores



IoT pueden recopilar información sobre la humedad del suelo, la temperatura y la calidad del aire para mejorar la eficiencia del riego y la producción agrícola [11].

La importancia del IoT radica en su capacidad para mejorar la eficiencia, la comodidad y la productividad en diversos entornos. Al conectar dispositivos y recopilar datos en tiempo real, el IoT ayuda a las organizaciones a tomar decisiones más informadas, prevenir fallos en los equipos, reducir costos operativos y mejorar la experiencia del usuario. Además, el IoT fomenta la innovación y crea nuevas oportunidades comerciales en sectores como la atención médica, la fabricación, la logística y la gestión energética. Sin embargo, también plantea desafíos en cuanto a seguridad de datos, privacidad y compatibilidad entre dispositivos, los cuales deben ser abordados para garantizar su adopción y éxito continuo [11].

## **Salud**

La salud es un estado de bienestar físico, mental, social y emocional en el que una persona puede funcionar de manera óptima y sentirse plenamente satisfecha con su vida. Este estado no se limita únicamente a la ausencia de enfermedad o dolencia, sino que implica un equilibrio holístico entre los diferentes aspectos del ser humano. En términos físicos, la salud se refiere al buen funcionamiento del cuerpo y de sus sistemas, incluyendo la capacidad de resistir enfermedades, recuperarse de lesiones y mantener un nivel adecuado de actividad y energía. A nivel mental y emocional, la salud implica la capacidad de manejar el estrés, las emociones y los desafíos de la vida de manera adaptativa y satisfactoria. En el ámbito social, la salud se relaciona con la calidad de las relaciones interpersonales, el apoyo social y la integración en la comunidad [20].

La salud es un estado dinámico que puede influenciarse por una variedad de factores, tanto internos como externos. Estos factores incluyen la genética, el estilo de vida, el entorno físico, las condiciones socioeconómicas, el acceso a la atención médica, la educación y la cultura [21]. Mantener y mejorar la salud requiere un enfoque integral que aborde estos diferentes aspectos y promueva hábitos de vida saludables, como una dieta equilibrada, la actividad física regular, el sueño adecuado, la gestión del estrés y el cuidado preventivo. La promoción de la salud y la prevención de enfermedades son elementos clave en la búsqueda de un bienestar óptimo a nivel individual y colectivo [22].

## **Tecnología en la Salud**

La tecnología en la salud, también conocida como tecnología médica o salud digital, se refiere al uso de dispositivos, herramientas y sistemas tecnológicos para mejorar

la prestación de servicios de salud, el diagnóstico, el tratamiento, la monitorización y la gestión de la salud de las personas. Esta área abarca una amplia gama de tecnologías, desde dispositivos médicos avanzados hasta aplicaciones móviles y plataformas de inteligencia artificial, que tienen como objetivo mejorar la eficiencia, la precisión y la accesibilidad de la atención médica [23].

En términos de uso, la tecnología en la salud se aplica en diversos contextos y áreas de la medicina. En la atención primaria, por ejemplo, se utilizan sistemas de información y registros médicos electrónicos para gestionar la información del paciente y mejorar la coordinación entre los profesionales de la salud. En el diagnóstico, se emplean dispositivos médicos como escáneres de imagen, equipos de laboratorio y pruebas genéticas para identificar enfermedades y trastornos de manera más rápida y precisa. En el tratamiento, la tecnología se utiliza en terapias avanzadas como la radioterapia, la cirugía asistida por robots y la terapia génica para mejorar los resultados y reducir los riesgos para los pacientes [23].

La importancia de la tecnología en la salud radica en su capacidad para transformar la atención médica y mejorar los resultados de salud de las personas. Al aprovechar los avances tecnológicos en áreas como la inteligencia artificial, el *Big Data*, la robótica y la telemedicina, la tecnología en la salud puede mejorar el acceso a la atención médica, reducir los costos, aumentar la eficiencia de los procesos clínicos y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Además, la tecnología en la salud tiene el potencial de impulsar la innovación y la investigación médica, lo que lleva a nuevos descubrimientos y avances en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades [23].

### **Tecnología en la salud mental**

La salud mental abarca una amplia gama de aspectos, que van desde el bienestar emocional y psicológico hasta la resiliencia y la autoestima. Implica el equilibrio entre factores biológicos, psicológicos y sociales, y puede influenciarse por una variedad de factores, como la genética, el entorno social, las experiencias personales, el estrés y los recursos disponibles para enfrentar los desafíos [24].

Mantener y promover la salud mental es crucial para el bienestar general de una persona y puede contribuir a una vida más plena y satisfactoria. Esto incluye el acceso a servicios de salud mental de calidad, el apoyo de la familia y la comunidad, el desarrollo de habilidades de afrontamiento y la adopción de hábitos de vida saludables. La promoción de la salud mental es un aspecto fundamental de la atención integral de la salud y requiere un enfoque holístico que aborde las necesidades físicas, emocionales y sociales de las personas.

La tecnología en la salud mental, también conocida como salud mental digital, se refiere al uso de herramientas tecnológicas para mejorar la prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de trastornos mentales y emocionales. Esta área incluye una amplia gama de aplicaciones y plataformas que van desde aplicaciones móviles y programas de terapia en línea hasta dispositivos portátiles y sistemas de inteligencia artificial diseñados específicamente para abordar las necesidades de salud mental de las personas [24].

En cuanto al uso, la tecnología en la salud mental se aplica de diversas maneras. Por ejemplo, las aplicaciones móviles ofrecen herramientas de autoayuda, seguimiento de estados de ánimo y ejercicios de meditación que pueden ayudar a las personas a manejar el estrés, la ansiedad y la depresión. Las plataformas de terapia en línea permiten a los individuos acceder a terapeutas y consejeros a través de videoconferencia o mensajería instantánea, lo que mejora el acceso a la atención y la conveniencia para aquellos que tienen dificultades para acceder a servicios tradicionales. Además, la inteligencia artificial se utiliza para analizar grandes cantidades de datos de salud mental y proporcionar diagnósticos y tratamientos más precisos y personalizados.

La importancia de la tecnología en la salud mental radica en su capacidad para hacer que los servicios de salud mental sean más accesibles, eficientes y efectivos. Al proporcionar herramientas y recursos digitales, la tecnología en la salud mental puede ayudar a reducir las barreras de acceso a la atención, especialmente para aquellos que viven en áreas remotas o tienen limitaciones de movilidad. Además, al aprovechar la tecnología, se pueden desarrollar intervenciones más personalizadas y adaptadas a las necesidades individuales de cada persona, lo que puede mejorar los resultados del tratamiento y la satisfacción del paciente. En resumen, la tecnología en la salud mental tiene el potencial de transformar la forma en que se abordan y tratan los trastornos mentales, promoviendo así un mejor bienestar emocional y una mejor calidad de vida para las personas [24].

### **Funciones Cognitivas**

Las funciones cognitivas son un conjunto de habilidades mentales y procesos que nos permiten percibir, comprender, recordar, pensar, resolver problemas y tomar decisiones en nuestro entorno. Estas funciones son fundamentales para procesar la información y adaptarnos de manera efectiva a nuestro entorno y a las demandas de la vida diaria.

### **Memoria**

La memoria es un proceso cognitivo que implica la codificación, almacenamiento y recuperación de información en el cerebro. Es esencial para el aprendizaje, la

adaptación y la supervivencia, ya que nos permite recordar experiencias pasadas, conocimientos previos y habilidades aprendidas. La memoria puede ser de corto plazo o a largo plazo, y puede dividirse en diferentes tipos, como la memoria sensorial, la memoria declarativa (que incluye la memoria episódica y la memoria semántica), la memoria procedural y la memoria emocional.

La memoria comienza con la percepción de estímulos externos o internos, que son procesados por el cerebro y luego almacenados en diversas áreas y redes neuronales. La consolidación es el proceso mediante el cual la información se traslada de la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo, donde puede permanecer durante períodos prolongados de tiempo. La recuperación es el proceso mediante el cual se accede y se trae de vuelta la información almacenada cuando es necesaria.

La memoria es un proceso dinámico y complejo que puede influenciarse por una variedad de factores, como la atención, la emoción, el contexto y la práctica repetida. Además, puede verse afectada por condiciones médicas, trastornos neurológicos, lesiones cerebrales, el envejecimiento y otros factores. La comprensión de la memoria y sus mecanismos subyacentes es fundamental para mejorar el aprendizaje, el rendimiento cognitivo y la calidad de vida en general.

### **Atención**

La atención es una función cognitiva fundamental que implica la capacidad de enfocar la mente en estímulos específicos mientras se ignoran distracciones irrelevantes. Es un proceso selectivo que nos permite concentrarnos en la información relevante para nuestras metas y objetivos, mientras filtramos o suprimimos la información no relevante. La atención juega un papel crucial en la percepción, el aprendizaje, la memoria, la toma de decisiones y otras funciones cognitivas superiores.

La atención es un proceso dinámico y adaptable que puede ser influenciado por factores internos y externos, como la motivación, la fatiga, el estrés y el entorno. Una atención adecuada es crucial para el funcionamiento cognitivo eficiente y para el logro de tareas complejas en la vida diaria. Las dificultades en la atención pueden manifestarse en problemas de concentración, distracción, impulsividad y falta de organización, y pueden afectar negativamente el rendimiento académico, laboral y social. Por lo tanto, comprender y mejorar la atención es un objetivo importante en el campo de la psicología y la neurociencia cognitiva.

### **Funciones Ejecutivas**

Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades cognitivas superiores que nos permiten planificar, organizar, regular nuestro comportamiento, resolver

problemas, tomar decisiones y adaptarnos a situaciones nuevas o cambiantes. Estas habilidades son esenciales para el funcionamiento ejecutivo y la autorregulación del comportamiento en la vida diaria.

Algunas de las funciones ejecutivas principales incluyen:

- **Planificación:** La capacidad de establecer metas, desarrollar estrategias y crear un plan de acción para lograr un objetivo específico.
- **Organización:** La habilidad para ordenar y estructurar información de manera lógica y coherente, y mantener un ambiente de trabajo o estudio ordenado y libre de distracciones.
- **Inhibición:** La capacidad de controlar los impulsos y evitar respuestas automáticas o impulsivas, así como suprimir comportamientos no deseados.
- **Flexibilidad cognitiva:** La habilidad para adaptarse a situaciones cambiantes, cambiar de mentalidad o estrategia cuando sea necesario y ver las cosas desde diferentes perspectivas.
- **Memoria de trabajo:** La capacidad de mantener y manipular información en la mente a corto plazo mientras se realiza una tarea o se resuelve un problema.
- **Atención selectiva:** La habilidad para enfocar la atención en la información relevante mientras se ignoran las distracciones irrelevantes.

Estas funciones ejecutivas trabajan juntas de manera integrada y colaborativa para facilitar el pensamiento flexible, la toma de decisiones eficaz y la resolución de problemas en la vida cotidiana. Son fundamentales para el éxito académico, laboral y social, y su desarrollo y funcionamiento óptimos dependen de una variedad de factores, incluida la madurez neurológica, la educación, la experiencia y el entorno socioemocional. Las dificultades en las funciones ejecutivas pueden manifestarse en problemas de organización, planificación, control de impulsos, toma de decisiones y adaptación a nuevas situaciones, y pueden afectar negativamente el rendimiento y la calidad de vida en general.

### **Navegación**

La navegación es una función cognitiva que implica la capacidad de desplazarse por el entorno físico o virtual de manera efectiva y eficiente. Involucra procesos mentales como la percepción, la orientación espacial, la memoria, la planificación

y la toma de decisiones para moverse de un lugar a otro y alcanzar un destino deseado.

La navegación espacial se refiere a la capacidad de comprender la relación entre objetos y lugares en el espacio tridimensional. Esto implica la percepción de la dirección, la distancia, la ubicación y la configuración del entorno, así como la capacidad de crear y mantener representaciones mentales precisas del espacio. La navegación espacial es esencial para actividades como encontrar el camino en una ciudad desconocida, ubicarse en un mapa, o seguir direcciones para llegar a un destino específico.

La navegación en el tiempo se refiere a la capacidad de desplazarse mentalmente a través del tiempo, recordar secuencias de eventos pasados, anticipar eventos futuros y planificar acciones en consecuencia. Esto implica la memoria autobiográfica, la proyección mental y la organización temporal de experiencias pasadas y futuras. La navegación en el tiempo es esencial para actividades como recordar eventos importantes de la vida, planificar actividades futuras o anticipar consecuencias de acciones presentes.

### **Estimulación Cognitiva**

La estimulación cognitiva se refiere a una serie de actividades, ejercicios y técnicas diseñadas para mantener, mejorar o rehabilitar las funciones cognitivas de una persona. Estas actividades están destinadas a estimular y fortalecer áreas específicas del cerebro relacionadas con la memoria, la atención, el razonamiento, la percepción y otras habilidades mentales [25].

La estimulación cognitiva puede llevarse a cabo en diferentes contextos, incluyendo entornos clínicos, educativos y comunitarios, y puede adaptarse a las necesidades individuales de cada persona. Puede incluir una variedad de actividades, como rompecabezas, juegos de memoria, ejercicios de atención, actividades de resolución de problemas, lectura, escritura, conversación y ejercicios de memoria [26].

El objetivo de la estimulación cognitiva es mantener la agudeza mental, prevenir el deterioro cognitivo asociado con el envejecimiento o ciertas condiciones médicas, y mejorar la calidad de vida de las personas. Para aquellos que ya experimentan dificultades cognitivas, la estimulación cognitiva puede ayudar a ralentizar el progreso de los trastornos cognitivos, como la demencia, y mejorar la función cognitiva en general [26].

La estimulación cognitiva se basa en la plasticidad cerebral, la capacidad del cerebro para reorganizarse y adaptarse a nuevas experiencias y aprendizajes. Al

proporcionar actividades desafiantes y estimulantes, la estimulación cognitiva puede promover el crecimiento y la conexión de nuevas células cerebrales, así como fortalecer las conexiones existentes, lo que lleva a una mejora en el funcionamiento cognitivo y la capacidad de recuperación.

### **Realidad Virtual en la estimulación cognitiva**

La realidad virtual (VR) emerge como una herramienta esencial en la estimulación cognitiva al brindar un entorno altamente interactivo y adaptable para ejercitar funciones cognitivas clave. Su relevancia reside en su capacidad para ofrecer experiencias inmersivas que desafían y estimulan la memoria, la atención, la percepción espacial y otras habilidades cognitivas [6].

Al integrar la realidad virtual en programas de estimulación cognitiva, se pueden diseñar actividades personalizadas que se ajusten a las necesidades y preferencias individuales, fomentando un mayor compromiso y eficacia en el entrenamiento cognitivo. Además, al proporcionar un entorno seguro y controlado, la realidad virtual facilita la práctica de habilidades cognitivas en situaciones desafiantes del mundo real, lo que promueve una mejor transferencia de habilidades a la vida cotidiana [10].

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Investigación Aplicada

La metodología de investigación aplicada es un enfoque que se centra en la aplicación práctica de los conocimientos y métodos de investigación para resolver problemas específicos en situaciones del mundo real. Este tipo de investigación busca generar soluciones prácticas, contribuir al desarrollo y mejorar la toma de decisiones en contextos concretos. La propuesta metodológica es la siguiente:

1. Revisión Bibliográfica: Revisión exhaustiva de la literatura relacionada con la realidad virtual en la estimulación cognitiva. Se identifica teorías cognitivas, modelos de estimulación cognitiva, y tecnologías de realidad virtual relevantes.
2. Definición de Objetivos: Se establece objetivos claros y específicos para la aplicación de VR en la estimulación cognitiva.
3. Selección de Tecnologías: Se investiga y selecciona las tecnologías de realidad virtual apropiadas para la aplicación. Esto incluirá hardware (gafas, sensores) y software (plataformas de desarrollo, motores gráficos).
4. Diseño de la Aplicación: Se diseña la aplicación de VR considerando la interfaz de usuario, la experiencia del usuario y la adaptabilidad a diferentes niveles de habilidad cognitiva. Utiliza principios de diseño centrado en el usuario.
5. Desarrollo Prototipo: Se desarrolla un prototipo de la aplicación de VR. Enfocándose en funcionalidades clave relacionadas con la estimulación cognitiva con la utilización de un entorno de desarrollo como Unity.
6. Enfoque en la Estimulación Cognitiva: Desarrolla actividades y ejercicios específicos dentro de la aplicación que se alineen con las teorías de estimulación cognitiva seleccionadas en la revisión bibliográfica.
7. Pruebas Piloto: Realización de pruebas piloto con un grupo pequeño de participantes. Recopilación de datos sobre la usabilidad, la inmersión y la efectividad de la estimulación cognitiva.
8. Validación Empírica: Se realiza un estudio más amplio para validar la efectividad de la aplicación en la estimulación cognitiva. Se recopila datos cuantitativos y cualitativos para respaldar los resultados.
9. Documentación y Difusión: Documentación de todo el proceso de desarrollo y los resultados de la investigación.



### **3.1.2. De campo**

La metodología de investigación de campo implica la recopilación de datos directamente en el lugar donde ocurre el fenómeno bajo estudio. En el contexto del desarrollo de una aplicación de realidad virtual (VR) basada en una Actividad de la Vida Diaria (AVD) para la estimulación cognitiva. En el caso propuesto incluye:

1. Definición del Problema o Pregunta de Investigación.
2. Diseño de la Investigación.
3. Selección de Participantes: Identificación y selección de los participantes que utilizarán la aplicación VR. En el caso propuesto la población son adultos jóvenes de entre 18 y 25 años.
4. Desarrollo y Pruebas de la Aplicación VR.
5. Implementación en el Campo: Introducir la aplicación VR en el entorno específico para observar y registrar cómo interactúan los participantes con la aplicación en su entorno natural.
6. Recopilación de Datos: Utilización de métodos de recopilación de datos que se adapten al contexto de investigación como observaciones directas y encuestas.
7. Análisis de Datos: Analizar los datos recopilados para evaluar el impacto de la aplicación en la estimulación cognitiva. Esto puede implicar la comparación de resultados antes y después de la intervención, la identificación de patrones de uso y la evaluación de la efectividad de las AVD seleccionadas.
8. Informe de Resultados: Elaborar un informe detallado que presente los resultados de la investigación de campo. Incluir conclusiones, implicaciones prácticas y recomendaciones para futuros desarrollos o implementaciones.

### **3.1.3. Enfoque**

El enfoque por utilizar en la presente investigación es cuantitativo debido a que se centra en la recopilación y análisis de datos numéricos para describir, explicar o predecir fenómenos. Este enfoque utiliza técnicas estadísticas y herramientas matemáticas para examinar patrones, establecer relaciones causales y generalizar los resultados a una población más amplia. Las características del enfoque cuantitativo que permiten llevar a cabo la presente investigación son la medición numérica, objetividad, generalización, control experimental, análisis estadístico, toma de decisiones basadas en datos y la escalabilidad.

## **3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

### **3.2.1. Muestra y población.**

La muestra que se utilizará en el presente proyecto consta de un muestreo a conveniencia, la cual se caracteriza por seleccionar los elementos de la población según la accesibilidad y preferencia del investigador o responsable del estudio. En este enfoque, los participantes son elegidos subjetivamente, sin seguir un proceso de selección al azar, lo que implica que no todos los miembros de la población tienen las mismas probabilidades de ser incluidos en la muestra. La muestra consta de 20 participantes, de los cuales 11 son hombres y 9 son mujeres.

### **3.2.2. Observación de requerimientos.**

La observación detallada de los requerimientos es fundamental en el desarrollo de una aplicación de realidad virtual para la estimulación cognitiva, dado el delicado equilibrio entre la experiencia del usuario y los objetivos terapéuticos. Comenzando por la comprensión profunda de las necesidades del usuario final, se deben identificar los aspectos cognitivos específicos a abordar y los desafíos que enfrentan. Además, se deben considerar los aspectos técnicos relacionados con la plataforma de realidad virtual, como la interacción intuitiva, la inmersión y la capacidad de adaptación a las habilidades individuales. Esto requiere un enfoque multidisciplinario que integre la psicología cognitiva, la tecnología de realidad virtual y la ergonomía para garantizar que la aplicación sea efectiva, atractiva y accesible para su público objetivo.

### **3.2.3. Encuesta de requerimientos.**

La encuesta de requerimientos está enfocada en averiguar la información sociodemográfica de la muestra, la experiencia con actividades de la vida diaria y estimulación cognitiva, las expectativas técnicas de la aplicación de realidad virtual asimismo como las características preferenciales que podría mostrar en la aplicación y una retroalimentación general. Por lo cual, se presentó una encuesta verificada por un profesional en el área que está compuesta de la siguiente manera:

Sección 1: Información sociodemográfica.

1. Ingrese su edad.
2. Ingrese su género,
  - Masculino
  - Femenino
  - Prefiero no decirlo
3. ¿Cuál es su nivel de estudios?

- Educación básica
- Educación media
- Educación superior no universitaria
- Educación superior universitaria
- Educación de cuarto nivel o posgrado

4. ¿Cuál es su estatus social?

- Bajo
- Medio
- Alto

5. ¿Cuál es su ocupación?

- Desempleado
- Estudiante
- Empleo de medio tiempo
- Empleo de tiempo completo
- Jubilado

6. ¿Con qué frecuencia hace uso de la tecnología de realidad virtual?

- Nunca
- Muy poco
- A veces
- Frecuentemente
- Casi siempre

Sección 2: Experiencia con actividades de la vida diaria y estimulación cognitiva.

1. ¿Con qué frecuencia realizas actividades de la vida diaria que consideras desafiantes cognitivamente?

- Diariamente
- Raramente
- Siempre

2. ¿Has utilizado aplicaciones o métodos para la estimulación cognitiva anteriormente?

Sección 3: Preferencias y expectativas de la aplicación de realidad virtual.

1. ¿Te interesaría utilizar una aplicación de RV para la estimulación cognitiva que simule una actividad de la vida diaria?

- Si

- No
  - Tal vez
2. ¿Qué actividad de la vida diaria te gustaría que estuviera incluida en la aplicación?
- Cocina
  - Compras
  - Conducción
  - Otro:
3. ¿Qué tipo de desafíos cognitivos preferirías abordar en la aplicación? (puede seleccionar varias opciones)
- Memoria
  - Atención
  - Resolución de problemas (función ejecutiva)
  - Razonamiento
  - Otro:
4. ¿Qué características te gustaría ver en la aplicación? (selecciona todas las que apliquen)
- Retroalimentación en tiempo real
  - Niveles de dificultad ajustables
  - Seguimiento del progreso
  - Interfaz amigable
  - Otro:

#### Sección 4: Retroalimentación general.

1. ¿Hay algún otro comentario o sugerencia que te gustaría compartir sobre el desarrollo de esta aplicación?

#### **3.2.4. Encuesta de usabilidad.**

Una encuesta de usabilidad es un método de investigación que busca evaluar la eficacia, eficiencia y satisfacción de los usuarios al interactuar con un producto o sistema. Se utiliza para recopilar información sobre la experiencia del usuario y obtener retroalimentación sobre aspectos como la facilidad de uso, la navegación, la claridad de las instrucciones y la satisfacción general con la aplicación. Para el desarrollo de la presente aplicación, se busca recoger información como la evaluación de la interfaz del usuario, pruebas de comprensión y facilidad de uso, percepción de beneficios cognitivos adquiridos, efectividad y la evaluación de la experiencia global.

La encuesta de usabilidad a aplicar corresponde al test proporcionado por *System Usability Scale (SUS)* que en español significa Sistema de Escalas de Usabilidad,

en la cual cada pregunta contiene las siguientes respuestas: Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Neutro, De acuerdo y Totalmente de acuerdo. Los ítems planteados para la evaluación son:

1. Creo que me gustaría utilizar el 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 un técnico para poder utilizar este sistema.
5. Encontré 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 utilizar este sistema rápidamente.
8. El sistema me pareció muy complicado de utilizar.
9. Me sentí muy seguro al usar el sistema.
10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder empezar a utilizar este sistema.

## **CAPÍTULOS IV: PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS**

### **4.1. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**

#### **4.1.1. Factibilidad Operativa**

La estimulación cognitiva es importante para prevenir o mitigar los efectos de trastornos comunes como la depresión y la ansiedad. La implementación de técnicas que promuevan el bienestar emocional resulta factibles dado los beneficios que trae consigo. El desarrollo de la aplicación de realidad virtual puede proporcionar varios beneficios a la población en general. Los beneficios que podría aportar a la institución pueden ser:

- Mejora del rendimiento académico: La estimulación cognitiva puede fortalecer habilidades como la memoria, la atención y la resolución de problemas, lo que puede traducirse en un mejor desempeño académico en actividades como el estudio, la retención de información y la resolución de problemas complejos.
- Apoyo a la salud mental: La realidad virtual puede proporcionar un entorno seguro y controlado para la práctica de técnicas de manejo del estrés, la ansiedad y la mejora del estado de ánimo, lo que puede ayudar a los estudiantes universitarios a enfrentar los desafíos emocionales y psicológicos asociados con la vida universitaria.
- Mayor compromiso y motivación: Las experiencias inmersivas y atractivas de la realidad virtual pueden aumentar el compromiso y la motivación de los estudiantes con las actividades de estimulación cognitiva, al ofrecer experiencias interactivas y personalizadas que se adaptan a sus intereses y necesidades individuales.
- Acceso flexible y conveniente: Una aplicación de realidad virtual para la estimulación cognitiva puede ofrecer a los estudiantes un acceso flexible y conveniente a actividades de entrenamiento cognitivo en cualquier momento y lugar, lo que les permite integrar fácilmente la práctica de habilidades cognitivas en su rutina diaria.
- Investigación y desarrollo innovador: El desarrollo de aplicaciones de realidad virtual para la estimulación cognitiva en entornos universitarios puede fomentar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías y enfoques terapéuticos en el campo de la neurociencia cognitiva y la salud mental.

Dada la facilidad de acceso a tecnologías de vanguardia referentes a la realidad virtual, además, la capacidad técnica y experiencia en el uso del motor de desarrollo Unity permiten la realización del presente proyecto.

#### 4.1.2. Factibilidad Técnica

En el caso de factibilidad técnica, se puede afirmar que existe una factibilidad técnica para el desarrollo de la aplicación dado que la institución posee varias gafas de realidad virtual, mientras que el hardware necesario para el funcionamiento de la aplicación consta en unas gafas de realidad virtual (*Meta Quest 2*).

**Tabla 1.** Comparativa de tecnologías de realidad virtual.

	HTC VIVE PRO 2	OCULUS RIFT	META QUEST 2
<b>Pantalla</b>	Paneles duales LCD RGB 2.448 × 2.448 px por ojo (4.896 x 2.448 px combinado) 90/120 Hz, hasta 120°	Pantalla OLED 2160×1200 px.	Pantalla LCD de cambio rápido. 1832 × 1920 de resolución en cada ojo. Frecuencia de actualización admitida: 60, 72, 90 Hz
<b>Audio</b>	Auriculares integrados Certificación Hi-Res (vía USB-C) Doble micrófono	Auriculares incluidos en la estructura de las gafas	Audio posicional
<b>Sensores</b>	G-sensor Giroscopio Proximidad IPD SteamVR Tracking V2.0	Sensores de funcionamiento: Acelerómetro, giroscopio, magnetómetro y sistema posicional 360 grados.	Seis grados de libertad. No se necesitan sensores externos.
<b>Batería</b>	-	-	3640mAh
<b>Conectividad</b>	Bluetooth USB-C	USB-C	Bluetooth USB-C
<b>Precio</b>	\$799	\$499	\$250

La Tabla 1 indica la comparación de gafas de realidad virtual. Las *HTC Vive Pro 2*, son unas gafas de realidad virtual orientadas a computadoras, tienen especificaciones que superan la mayoría de las gafas de realidad virtual que se pueden encontrar en el mercado, sin embargo, su uso se da exclusivamente en computadoras potentes por lo cual su accesibilidad es muy baja a comparación de los otros dos ejemplos mostrados en la tabla.

Las *Oculus Rift* son unas gafas de realidad virtual antiguas que ya están fuera del mercado, estas gafas aunque tenían un precio de lanzamiento elevado dada la ausencia de tecnologías referentes a la realidad virtual también poseían sensores externos que dificultaban su instalación y lo convertían en gafas dependientes del espacio físico disponible.

Las *Meta Quest 2* son unas gafas de realidad virtual autónomas, es decir, no necesita de una computadora para su funcionamiento. Actualmente, sigue siendo considerada como una de las mejores gafas de realidad virtual dadas sus características. Permite su uso de manera autónoma y con el menor espacio físico ocupado, al igual que su uso en grandes espacios físicos o conectado directamente a la computadora para ser utilizada en software de PC.

Dadas las características y la accesibilidad, se considera a las *Meta Quest 2*, como las mejores gafas para la implementación del presente proyecto.

#### **4.1.3. Factibilidad Económica**

Para la factibilidad económica se utiliza el software web “COCOMO II” en base a puntos de función, los cuales se ingresa los puntos en función estimados y las características como el costo mensual promedio de un desarrollador de software en Ecuador, tal y como se muestra a continuación:



**Software Size**      Sizing Method

Unadjusted Function Points       Language

**Software Scale Drivers**

Precedentedness       Architecture / Risk Resolution       Process Maturity

Development Flexibility       Team Cohesion

**Software Cost Drivers**

**Product**      **Personnel**      **Platform**

Required Software Reliability       Analyst Capability       Time Constraint

Data Base Size       Programmer Capability       Storage Constraint

Product Complexity       Personnel Continuity       Platform Volatility

Developed for Reusability       Application Experience

Documentation Match to Lifecycle Needs       Platform Experience       **Project**

Language and Toolset Experience       Use of Software Tools

Multisite Development

Required Development Schedule

Maintenance

**Software Labor Rates**

Cost per Person-Month (Dollars)

**Results**

**Software Development (Elaboration and Construction)**

**Staffing Profile**

Effort = 5.3 Person-months  
 Schedule = 5.1 Months  
 Cost = \$5676

Your project is too small to display a staffing profile due to truncation.

Total Equivalent Size = 1600 SLOC  
 Effort Adjustment Factor (EAF) = 1.06

**Acquisition Phase Distribution**

Phase	Effort (Person-months)	Schedule (Months)	Average Staff	Cost (Dollars)
Inception	0.3	0.6	0.5	\$341
Elaboration	1.3	1.9	0.7	\$1362
Construction	4.0	3.2	1.3	\$4314
Transition	0.6	0.6	1.0	\$681

**Imagen 2.** Estimación de costos utilizando software web COCOMO II

El resultado según las características de la aplicación es:

Cronograma promedio: 5.1 meses.

Costo: \$5676

**4.2. METODOLOGÍA**

En el contexto del desarrollo de una aplicación de realidad virtual (RV) para la estimulación cognitiva en jóvenes adultos dentro de una universidad, se pueden aplicar varias metodologías de desarrollo de software. Algunas de las metodologías más comunes y adecuadas para este contexto incluyen:

1. Desarrollo Ágil: La metodología ágil, como Scrum o Kanban, es altamente iterativa y adaptable, lo que permite a los equipos de desarrollo responder rápidamente a los cambios en los requisitos del usuario y a los hallazgos de las pruebas. Esto es beneficioso para el desarrollo de aplicaciones de RV, ya que permite una rápida experimentación y ajuste en función de la retroalimentación del usuario.
2. Desarrollo en Espiral: La metodología en espiral combina la flexibilidad del

enfoque ágil con elementos de planificación y control más estructurados. Es especialmente útil cuando se trabaja en proyectos de RV que requieren un alto nivel de riesgo y complejidad, ya que permite una evaluación continua y una gestión proactiva de los riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

3. Desarrollo Basado en Prototipos: Esta metodología implica la creación de prototipos rápidos y de baja fidelidad de la aplicación de RV para validar conceptos y obtener retroalimentación temprana de los usuarios. Es útil para explorar y refinar las ideas de diseño antes de comprometer recursos significativos en el desarrollo completo de la aplicación.
4. Desarrollo Centrado en el Usuario: Esta metodología se centra en comprender las necesidades y los comportamientos de los usuarios finales para diseñar una aplicación de RV que sea intuitiva, fácil de usar y satisfactoria. Incluye técnicas como la creación de personas, la realización de pruebas de usabilidad y la iteración continua basada en la retroalimentación del usuario.
5. Desarrollo Lean: La metodología Lean se enfoca en maximizar el valor entregado al cliente mientras se minimizan el desperdicio y la superproducción. Es útil para el desarrollo de aplicaciones de RV en entornos universitarios, ya que fomenta la experimentación rápida, el aprendizaje continuo y la mejora incremental del producto.

Dada la naturaleza iterativa, flexible y centrada en el usuario, la metodología ágil SCRUM se considera ser la más adecuada para el desarrollo de una aplicación de realidad virtual para la estimulación cognitiva en jóvenes adultos dentro de la institución. Las razones por las cuales se escoge la metodología SCRUM para el desarrollo del presente proyecto son:

- Flexibilidad y adaptabilidad: SCRUM es considerada como una de las metodologías de desarrollo más adaptables debido a que permite adaptarse rápidamente a cualquier cambio sin la necesidad de cambiar por completo la planificación del proyecto. En un campo tan dinámico como la realidad virtual, SCRUM es de vital importancia para mantener un desarrollo óptimo donde las tecnologías y necesidades del usuario evolucionan rápidamente.
- Entrega incremental: La metodología SCRUM fomenta la entrega de funcionalidad incrementales de la aplicación en los intervalos de tiempo planificados conocidos como *Sprints*. Esto permite realizar correcciones y mantener una retroalimentación constante con el usuario con la finalidad de realizar mejoras continuas.

#### **4.3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO**

El desarrollo del presente proyecto basado en la metodología de desarrollo SCRUM implica dividir el proyecto en *Sprints* iterativos y centrados en la entrega de valor.

### 4.3.1. Planificación del Proyecto

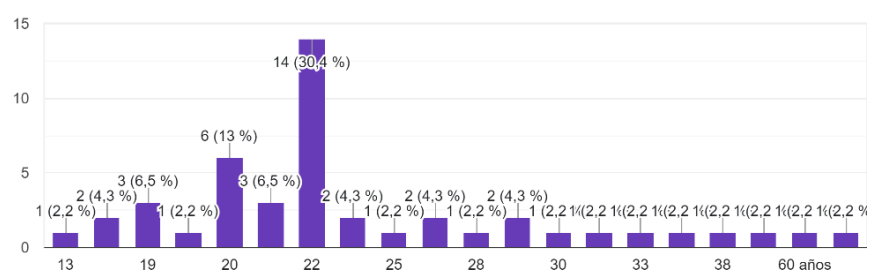
En la planificación, se toma en cuenta la encuesta de requerimientos la cual es de suma importancia para la observación de requerimientos cuyos puntos se puede observar en el apartado 3.2.2 y 3.2.3. En la encuesta de requerimientos participaron 46 personas. A continuación, se obtiene un análisis de los resultados de cada pregunta:

#### Sección 1. Información sociodemográfica.

##### 1. Ingrese su edad:

1. Ingrese su edad:

46 respuestas



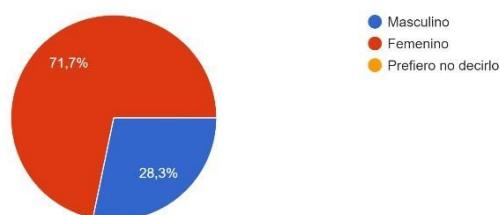
**Gráfico 1.** Edad de los participantes de la encuesta de requerimientos

Se puede observar, según el Gráfico 1, la edad de los participantes varía entre los 13 y 64 años. Sin embargo, el 30,4% del total de participantes tienen 22 años, lo cual está dentro de la población inicial de jóvenes adultos en el cual se desea aplicar.

##### 2. Género:

2. Género

46 respuestas



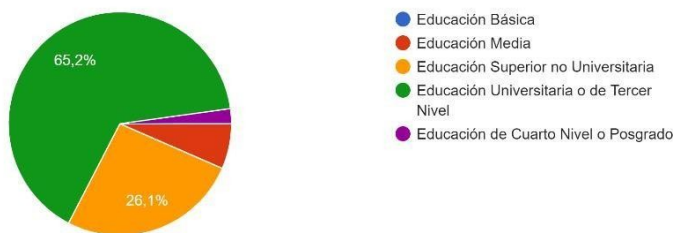
**Gráfico 2.** Género de los participantes de la encuesta de requerimientos

En el Gráfico 2, se puede observar que el 71,7% del total de participantes es de género femenino, mientras que el restante 28,3% es de género masculino.

### 3. ¿Cuál es tu nivel de estudios?

3. ¿Cuál es tu nivel de estudios?

46 respuestas



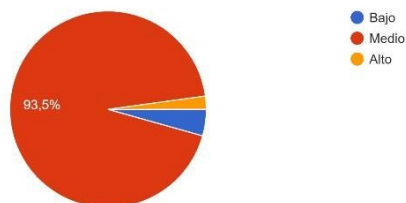
**Gráfico 3.** Nivel de estudio de los participantes de la encuesta de requerimientos

Según el Gráfico 3, se puede observar que el 65,2% tiene un nivel de estudios universitario, el 26,1% tiene un nivel de estudios superior no universitario, el 6,5% una educación media y el 2,2% una educación de cuarto nivel o posgrado.

### 4. ¿Cuál es tu estatus social?

4. ¿Cuál es tu estatus social?

46 respuestas

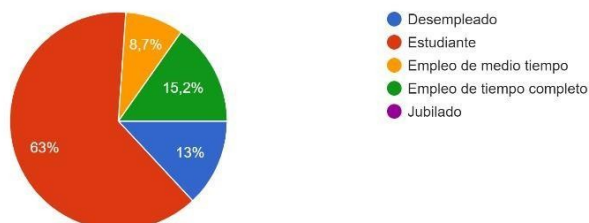


**Gráfico 4.** Estatus social de los participantes de la encuesta de requerimientos.

En el caso del estatus social, el Gráfico 4 determina que el 93,5% pertenece al estatus social medio, el 4,3% al estatus social bajo y el 2,2% al estatus social alto.

## 5. ¿Cuál es tu ocupación?

5. ¿Cuál es tu ocupación?  
46 respuestas

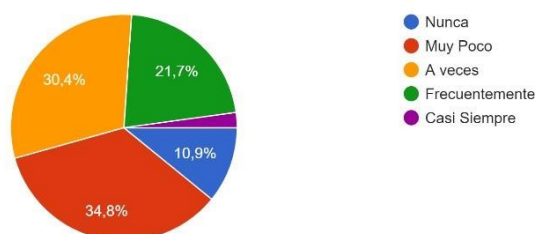


**Gráfico 5.** Ocupación de los participantes

Según el Gráfico 5, el 63% de los participantes son estudiantes, el 15,2% tiene un empleo de tiempo completo, el 13% son desempleados y el 8,7% tiene un empleo de medio tiempo.

## 6. ¿Con qué frecuencia hace uso de la tecnología de realidad virtual?

6. ¿Con qué frecuencia hace uso de la tecnología de Realidad Virtual?  
46 respuestas



**Gráfico 6.** Frecuencia de uso de RV de los participantes

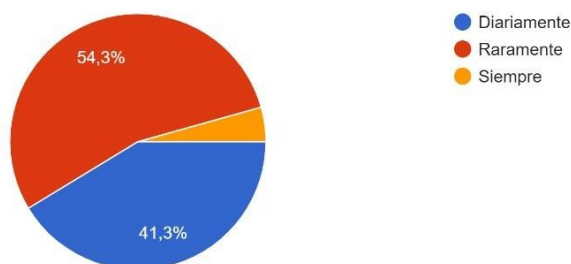
En el caso de frecuencia de uso de la tecnología de realidad virtual, el Gráfico 6 indica que el 34,8% tiene una frecuencia de “Muy Poco”, el 30,4% tiene una frecuencia de “A veces”, el 21,7% frecuenta el uso de la tecnología, el 10,9% nunca ha utilizado la realidad virtual y el 2,2% lo ha utilizado casi siempre. La frecuencia de uso está relacionada con varios factores, actualmente, el avance tecnológico permite la adaptación de las personas a cualquier nueva tecnología. Además, la frecuencia de uso alta puede estar relacionado a jóvenes adultos debido a su familiaridad con la tecnología y la adaptabilidad con la misma [27]. En caso de realizar el estudio con una población diferente como los adultos mayores, es probable que los participantes nunca hayan utilizado la tecnología RV.

## Sección 2: Experiencia con actividades de la vida diaria y estimulación cognitiva

1. ¿Con qué frecuencia realizas actividades de la vida diaria que consideras desafiantes cognitivamente?

7. ¿Con qué frecuencia realizas actividades de la vida diaria que consideras desafiantes cognitivamente?

46 respuestas



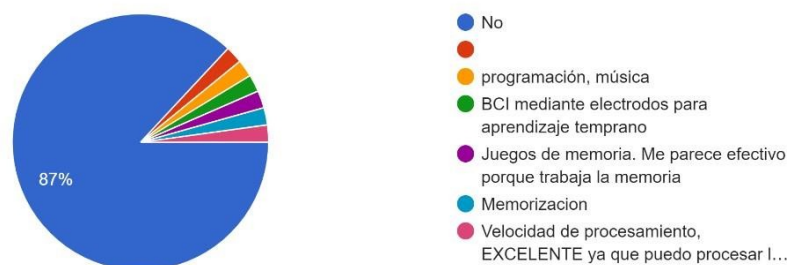
**Gráfico 7.** Frecuencia de AVD que son consideradas desafiantes cognitivamente.

Según el Gráfico 7, el 54,3% raramente considera las actividades de la vida diaria como desafiantes, el 41,3% diariamente considera las actividades de la vida diaria como desafiantes y el 4,3% considera siempre desafiantes. La mayoría de los participantes pertenecen a la población objetivo de adultos jóvenes, debido a eso, es poco probable que actividades de la vida diaria como la higiene personal, alimentación, movilidad, entre otros, sean consideradas desafiantes cognitivamente por estar acostumbrados a lidiar con actividades exigentes.

2. ¿Has utilizado aplicaciones o métodos para la estimulación cognitiva anteriormente?

8. ¿Has utilizado aplicaciones o métodos para la estimulación cognitiva anteriormente?

46 respuestas



**Gráfico 8.** Aplicaciones o métodos utilizados para la estimulación cognitiva.

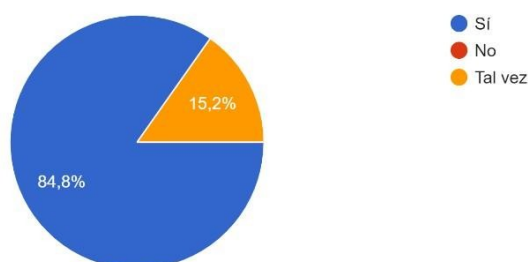
El Gráfico 8 indica que el 87% de los participantes nunca ha utilizado algún método o aplicación para la estimulación cognitiva, mientras que el restante 13% han utilizado algunos métodos de los cuales destacan: BCI mediante electrodos para aprendizaje temprano y juegos de memoria.

### Sección 3: Preferencias y expectativas de la aplicación RV

1. ¿Te interesaría utilizar una aplicación de RV para la estimulación cognitiva que simule una actividad de la vida diaria?

9. ¿Te interesaría utilizar una aplicación de RV para la estimulación cognitiva que simule una actividad de la vida diaria?

46 respuestas



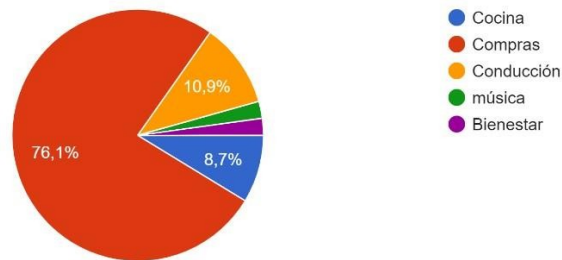
**Gráfico 9.** Interés en utilizar una aplicación VR para la estimulación cognitiva

Según el Gráfico 9, el 84,8% de los participantes indican un interés por el uso de la aplicación de realidad virtual para la estimulación cognitiva, mientras que el restante 15,2% indican que tal vez están interesados en el uso de la aplicación. El interés en utilizar aplicaciones de realidad virtual se

ha incrementado mediante el paso del tiempo con la aparición de nuevas tecnologías y la implementación de estas en la vida cotidiana.

2. ¿Qué actividad de la vida diaria te gustaría que estuviera incluida en la aplicación?

10. ¿Qué actividad de la vida diaria te gustaría que estuviera incluida en la aplicación?  
46 respuestas

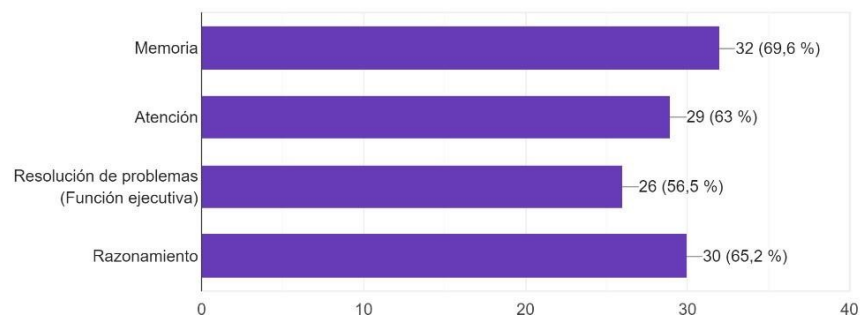


**Gráfico 10.** Preferencia de AVD para incluir en la aplicación.

El Gráfico 10 muestra que el 76,1% de los participantes indican que están interesados en implementar compras dentro de la aplicación, el 10,9% indican que están interesados en incluir conducción, el 8,7% están interesados en incluir cocina y el porcentaje restante están interesados en incluir actividades relacionadas al bienestar y la música.

3. ¿Qué tipo de desafíos cognitivos preferirías abordar en la aplicación?  
(puede seleccionar varias opciones)

11. ¿Qué tipo de desafíos cognitivos preferirías abordar en la aplicación? (puede seleccionar varias opciones)  
46 respuestas



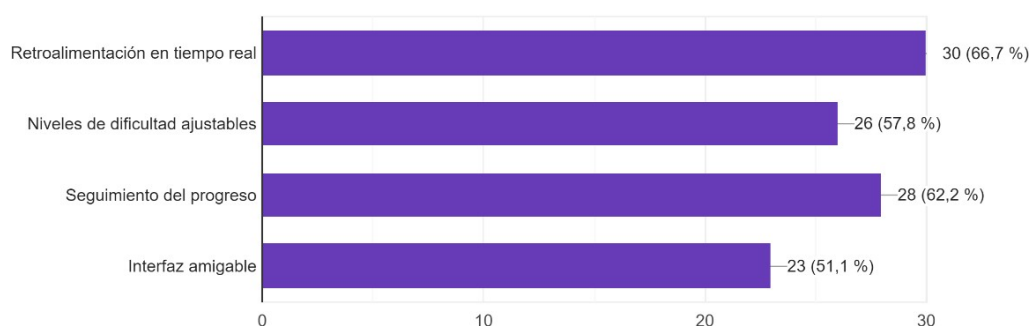
**Gráfico 11.** Preferencia de desafíos cognitivos para abordar en la aplicación



El Gráfico 11 muestra que el 69,6% de los participantes tienen preferencia sobre abordar la memoria, el 63% indica preferencia para abordar la atención, el 56,5% indica preferencia para abordar la resolución de problemas (función ejecutiva) y el 65,2% indica que le interesaría el razonamiento. La preferencia sobre abordar la memoria no es una sorpresa, en la mayor parte de programas de estimulación cognitiva abarcan a la memoria como un desafío cognitivo a estimular dada la gran importancia en el funcionamiento cognitivo y en la vida cotidiana.

4. ¿Qué características te gustaría ver en la aplicación? (selecciona todas las que apliquen)

12. ¿Qué características te gustaría ver en la aplicación? (selecciona todas las que apliquen)  
45 respuestas



**Gráfico 12.** Preferencia de características en la aplicación

Según el Gráfico 12, el 66,7% de los participantes indica que prefiere una retroalimentación en tiempo real, el 57,8% indica preferencia por los niveles de dificultad ajustables, el 62,2% indica preferencia por el seguimiento del progreso y el 51,1% indica que prefiere una interfaz amigable.

Sección 4: Retroalimentación general.

Varios participantes incluyeron una retroalimentación general para los requerimientos de la aplicación, de los cuales se destaca: La aplicabilidad de la solución propuesta debería abarcar a los niños, jóvenes y adultos por igual, fácil usabilidad, mayor alcance en la capacitación acerca de los beneficios que podría abordar la aplicación, interfaz agradable y la posibilidad de mantener la aplicación en un repositorio.

#### 4.3.2. Tabla de Requerimientos

Tomando en cuenta la encuesta de requerimientos, se pretende implementar las siguientes funciones y/o requisitos. La Tabla 2 muestra la tabla de requerimientos para el desarrollo de la aplicación.

**Tabla 2.** Tabla de requerimientos

TABLA DE REQUERIMIENTOS		
ID	REQUERIMIENTOS	TIPO
1	Implementación de desafíos cognitivos como la memoria, la atención y la función ejecutiva.	Funcional
2	Implementación de “Tarea de Supermercado” como la actividad de la vida diaria.	Funcional
3	Implementación de niveles de dificultad ajustables.	Funcional
4	Implementación de retroalimentación al finalizar el nivel.	Funcional
5	Interfaz amigable y poco complicada dado la frecuencia actual de uso de la realidad virtual.	No Funcional

Se procede a realizar la planificación del proyecto. Dada la naturaleza iterativa, el desarrollo de la aplicación es pretendida a realizarla en seis *Sprints*, los cuales estarán compuestas de la siguiente manera:

- *Sprint 1*: Planificación de desarrollo:  
El *Sprint 1* incluirá actividades relacionadas a la planificación de desarrollo como el diagrama de flujo del funcionamiento de la aplicación, el sketch del diseño de escenarios y la lista de productos.
- *Sprint 2*: Diseño de la aplicación:  
El *Sprint 2* incluirá actividades relacionadas directamente al diseño de la

aplicación como la incorporación y creación del escenario en Unity con base al diagrama presentado en el *Sprint* 1. Además de la incorporación de los modelos 3D de los productos elegidos en el *Sprint* 1.

- *Sprint* 3: Desarrollo de funcionalidad básicas:  
El *Sprint* 3 incluirá el desarrollo e implementación de la realidad virtual en el entorno de Unity y las funcionalidades básicas.
- *Sprint* 4: Implementación de actividades de estimulación cognitiva:  
En el *Sprint* 4 se implementará las actividades de estimulación cognitiva y la interacción del usuario para la posterior evaluación. Se pretende implementar una lista de productos generada aleatoriamente para ser memorizado por el usuario y posteriormente obtener los objetos indicados anteriormente, una vez finalizado, se mostrará los resultados.
- *Sprint* 5: Ajustes en la experiencia de usuario.  
El *Sprint* 5 incluirá adaptaciones según la retroalimentación para mejorar la experiencia de los usuarios.
- *Sprint* 6: Lanzamiento y evaluación.  
El *Sprint* 6 es la presentación del producto y da lugar a iniciar con las evaluaciones.

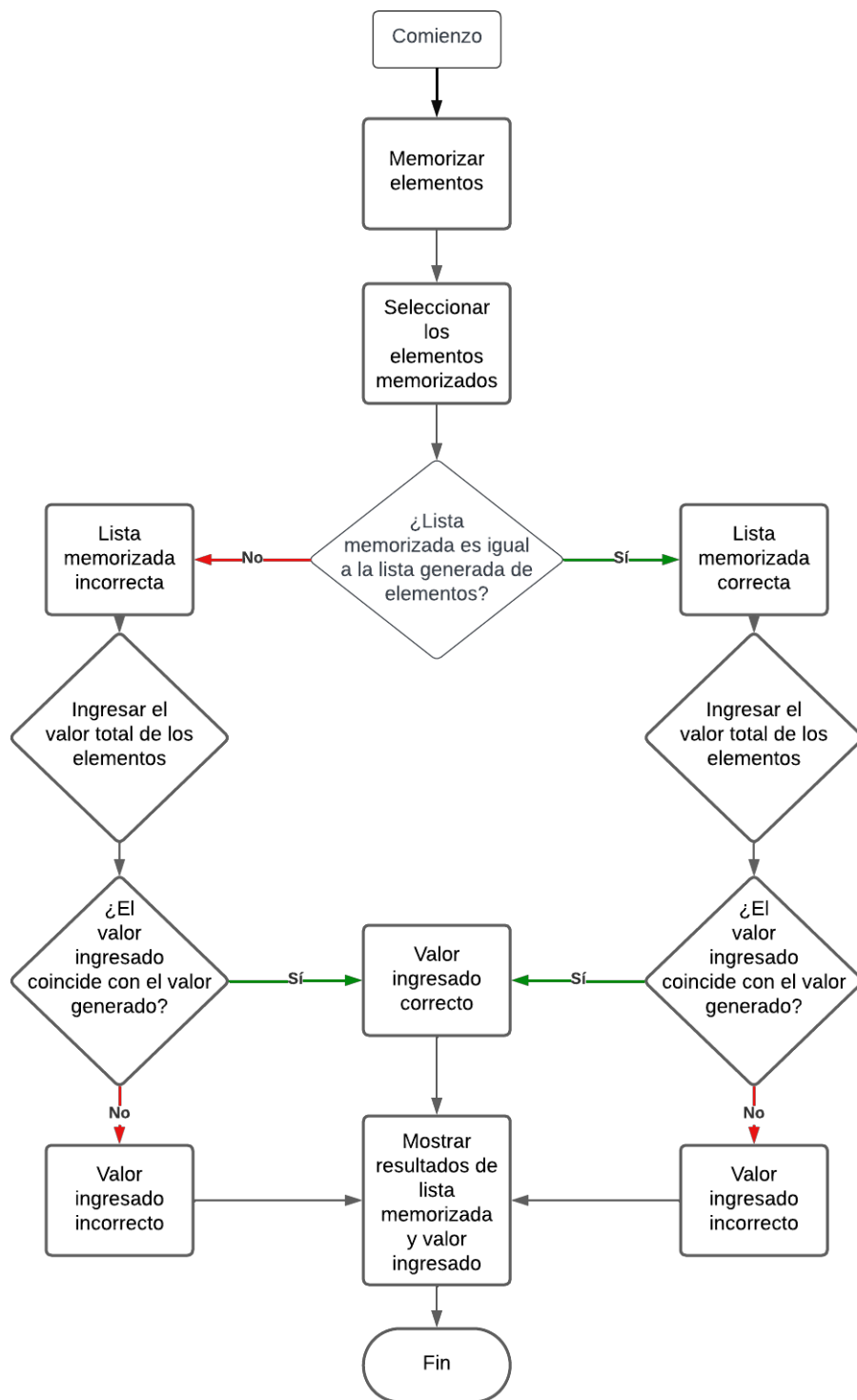
#### **4.3.3. *Sprint* 1: Planificación de desarrollo**

Acorde a la planificación, el *Sprint* 1 incluye actividades descritas a continuación:

- Diagrama de Flujo
- Sketch de diseño del escenario
- Lista de objetos

##### **4.3.3.1. Diagrama de Flujo**

Para el presente proyecto, se ha establecido el funcionamiento de la aplicación y se ha presentado mediante un diagrama de flujo.

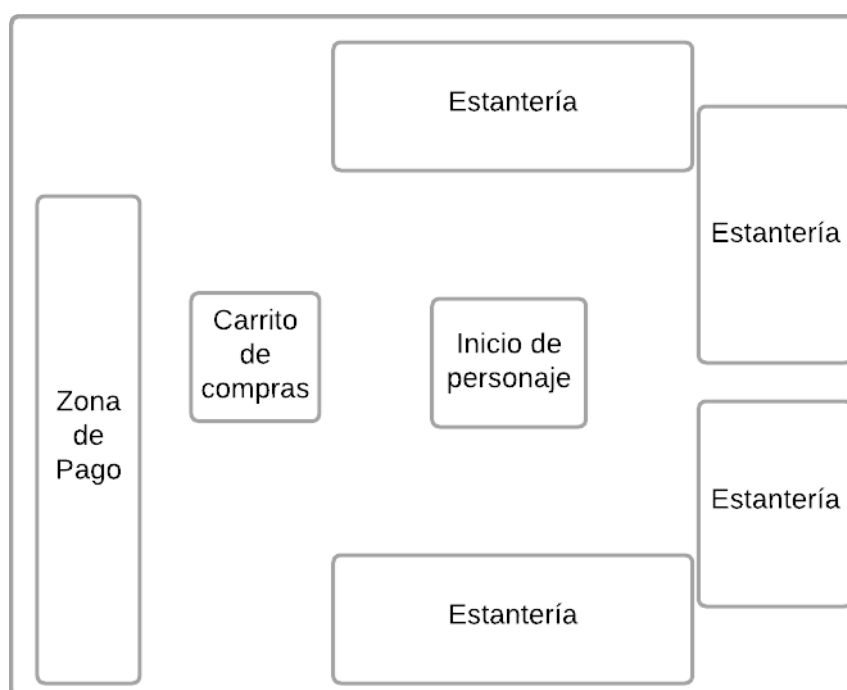


**Ilustración 2.** Diagrama de flujo del funcionamiento base de la aplicación.

La Ilustración 2 muestra el funcionamiento base de la aplicación posterior al menú principal en donde el usuario leerá las instrucciones y seleccionará la dificultad.

#### 4.3.3.2. Sketch de diseño del escenario

El diseño de los escenarios de la aplicación ha sido establecido mediante un Sketch.



**Ilustración 3.** Sketch de diseño del escenario

La Ilustración 3 muestra el Sketch de diseño de escenario, destaca todas las zonas interactivas del usuario sin incluir los *Canvas* donde se mostrará la información. Sin embargo, cabe destacar que el espacio dentro del escenario está diseñado para que sea limitado y así permitir el movimiento en la vida real con el espacio correspondiente.

### 4.3.3.3. Lista de objetos

Para el presente proyecto se ha tomado en cuenta varios productos para ser incorporados. La Tabla 3 muestra la lista de productos que se incluyen para ser memorizados.

**Tabla 3.** Lista de objetos a incluir

Lista de Objetos	
ID	Objeto
1	Sandía
2	Piña
3	Mango
4	Banana
5	Pera
6	Manzana
7	Naranja
8	Chocolate
9	Café
10	Leche
11	Vino

### 4.3.4. *Sprint 2: Diseño de la aplicación*

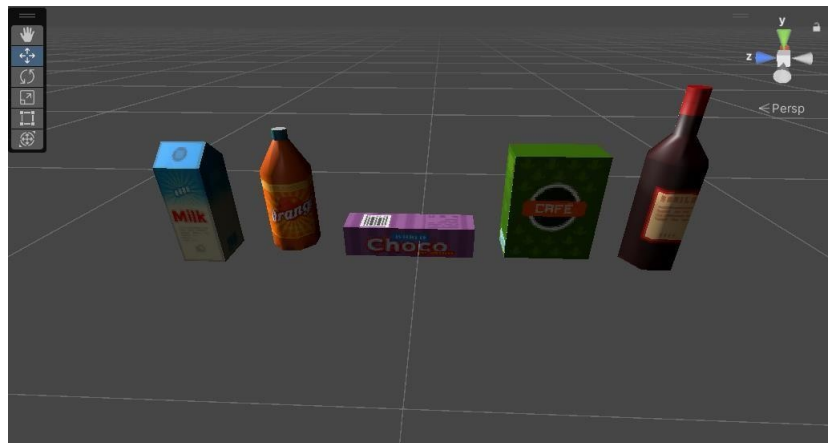
#### 4.3.4.1. Incorporación de modelos 3D

Para facilitar la incorporación de modelos al presente proyecto, se hace uso del Asset Store de Unity. Se hace uso de dos Assets que contienen los modelos que se incorporarán al escenario. Los Assets que se utilizan son Fruit Market y Supermarket Interior.



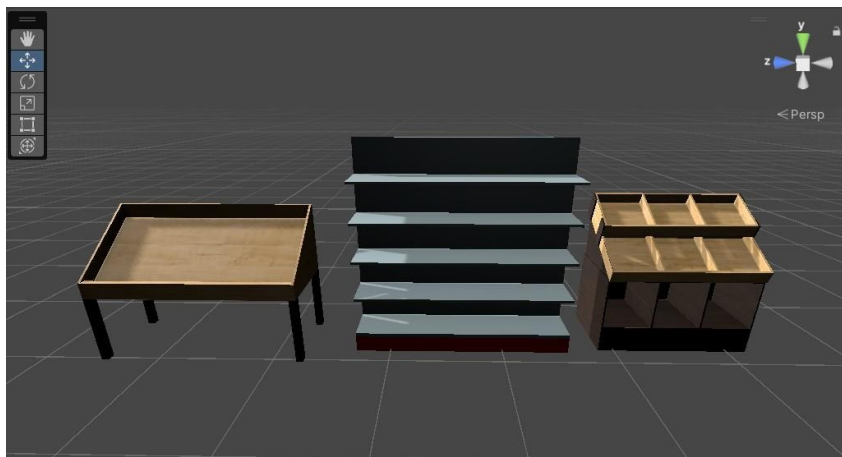
**Imagen 3.** Modelos 3D de las frutas.

La Imagen 3 muestra los modelos utilizados de las frutas que están presentes en la lista de productos.



**Imagen 4.** Modelos 3D de los productos de supermercado utilizados

La Imagen 4 muestra los modelos de productos de supermercado que se implementan en el presente proyecto.

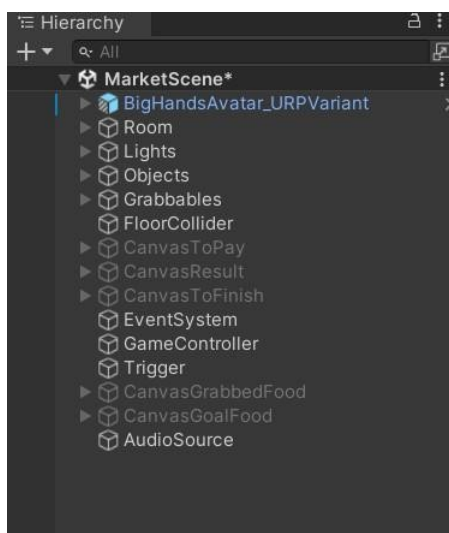


**Imagen 5.** Modelos 3D de los estantes

La Imagen 5 muestra los modelos de los estantes utilizados que están dispersos por todo el escenario en donde se colocan los productos y frutas.

#### 4.3.4.2. Diseño del escenario

Tomando en cuenta el sketch propuesto en el *Sprint 1*, se añade a la escena todos los modelos que se planea implementar. La Imagen 6 muestra la manera en la que está compuesta la jerarquía de la escena principal.



**Imagen 6.** Jerarquía de la escena principal



El diseño del escenario es importante para la interacción con el usuario, dado el objetivo del presente proyecto se necesita diseñar el entorno con la finalidad de lograr la mayor inmersión posible, en términos de locomoción se adapta el espacio del escenario para ocupar un espacio de 5x5 metros en la vida real, sin embargo, el usuario puede interactuar desde un espacio de 4x4 metros. Se diseña la escena basándose en el sketch del *Sprint 1*. La Imagen 7 muestra el diseño del escenario dentro del entorno de desarrollo de Unity.



**Imagen 7.** Diseño del escenario

#### **4.3.5. *Sprint 3*: Desarrollo de funcionalidades básicas**

Para facilitar el desarrollo del presente proyecto se hace uso del *framework UltimateXR*. *UltimateXR* es un *framework* de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR) gratuito y de código abierto para Unity que incluye potentes funciones como compatibilidad entre dispositivos, mecánicas de manipulación y agarre de última generación, inclusión a través de una biblioteca de género - y manos independientes de la raza, representación de avatar de cuerpo completo personalizable, componentes de interfaz de usuario avanzados, mecánicas de locomoción y mucho más [28].

##### **4.3.5.1. Avatar**

Dada la naturaleza de la aplicación, es innecesaria la incorporación de un avatar de cuerpo completo por lo cual se opta por incorporar un avatar minimalista que solo incluye las manos. La Imagen 8 muestra el avatar del jugador.



**Imagen 8.** Avatar

#### **4.3.5.2. Movimiento**

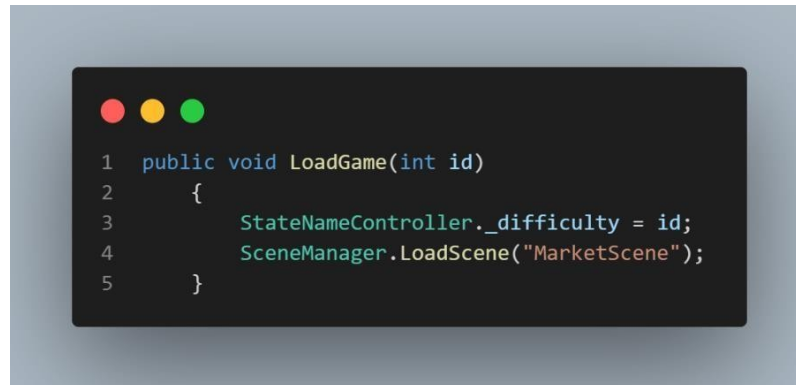
Según lo revisado en la teoría, existen varios tipos de locomoción que pueden ser implementados en las aplicaciones de realidad virtual. En el presente proyecto se hace uso de dos tipos de locomoción que van con el objetivo de la aplicación que son la locomoción de desplazamiento real que no necesita ser implementada y el movimiento continuo que es incorporada del *script* proveniente del *framework* de *UltimateXR*.

#### **4.3.5.3. Menú Principal**

Se opta por realizar el menú principal en una nueva escena con la finalidad de mantener un orden. Dentro del menú principal se obtiene un indicador correspondiente a la dificultad deseada que será enviado a la escena principal donde se desarrolla las actividades de estimulación cognitiva.

Para el manejo de escenas, se hace uso de la librería *SceneManagement* de Unity.

El menú principal, al ser otra escena, contiene un *script* de clase *Controller*, el cual contiene una función “LoadGame” que se encarga de cargar la escena principal según la dificultad seleccionada. La Imagen 9 muestra el código de la función “LoadGame”.

A screenshot of a code editor with a dark background and three colored window control buttons (red, yellow, green) at the top left. The code is as follows:

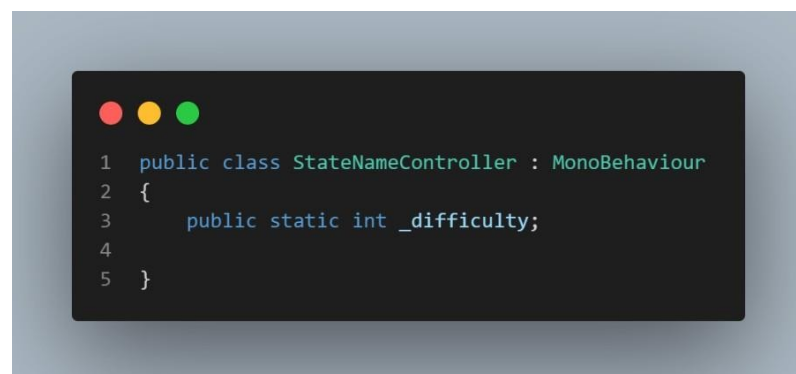
```
1 public void LoadGame(int id)
2 {
3     StateNameController._difficulty = id;
4     SceneManager.LoadScene("MarketScene");
5 }
```

**Imagen 9.** Función "LoadGame".

#### 4.3.5.4. Selección de dificultad

Para el presente proyecto se incluye niveles de dificultad para lograr una mayor adaptabilidad según las habilidades del usuario. Se hace uso de tres niveles de dificultad básicas que son: Fácil, Medio y Díficil.

Para seleccionar una dificultad, se establece un ID único para cada tipo y se crea un *script* con una clase "StateNameController" que sirve únicamente como intermediario para enviar y recibir variables entre ambas escenas el cual es utilizado para enviar el identificador de la dificultad. La Imagen 10 muestra una captura del código de la clase StateNameController.

A screenshot of a code editor with a dark background and three colored window control buttons (red, yellow, green) at the top left. The code is as follows:

```
1 public class StateNameController : MonoBehaviour
2 {
3     public static int _difficulty;
4 }
5 }
```

**Imagen 10.** Clase StateNameController

#### 4.3.6. *Sprint 4:* Implementación de actividades de estimulación cognitiva

El presente proyecto incorpora una serie de actividades de estimulación cognitiva como la memoria, la función ejecutiva y el dominio matemático

con la finalidad de abarcar varios campos y lograr una estimulación más profunda.

#### 4.3.6.1. Lista de objetos

Los objetos se generan aleatoriamente según la dificultad deseada, la generación de objetos puede observarse en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Lista de objetos generados según dificultad

Dificultad	Productos elegibles	Productos totales
Fácil	3	10
Medio	4	15
Difícil	5	20

La Tabla 4 indica la cantidad de productos generados aleatoriamente según la dificultad, en la dificultad fácil se genera 10 productos totales de 3 tipos diferentes, en dificultad medio se genera 15 productos en total de 4 tipos diferentes y en la dificultad difícil se genera 20 productos en total de 5 tipos diferentes.

La generación aleatoria de los elementos es llevada a cabo por la función que se presente en la Imagen 11.

```

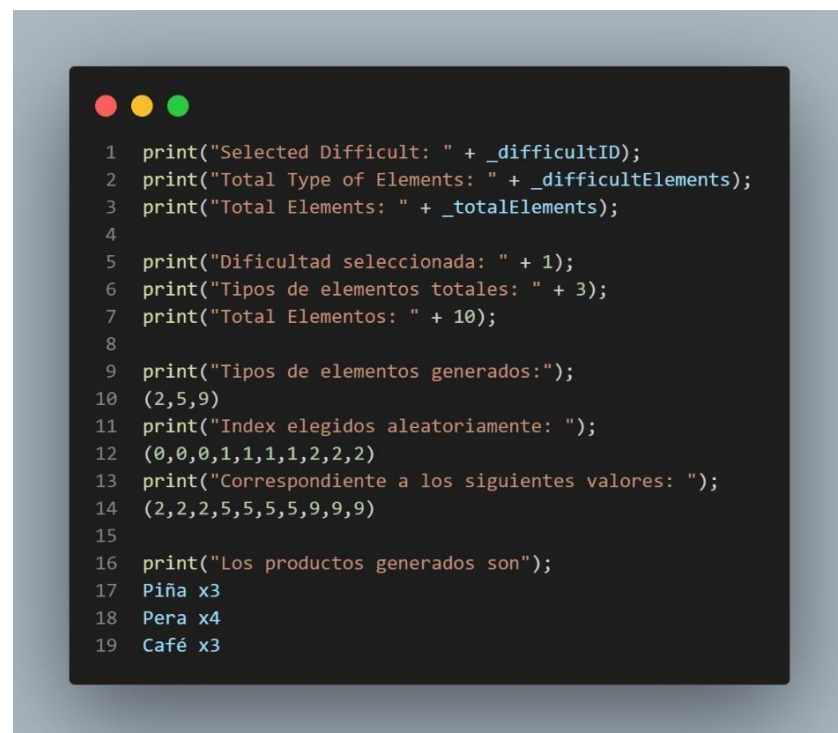
1 public void _generateFoodbyDifficult()
2 {
3     int _randomInt;
4     int _pickedInt;
5     int _pickedIndex;
6
7     print("Is getting data from the past scene");
8     if (_difficultID == 1)
9     {
10         _difficultElements = 3;
11         _totalElements = 10;
12         _setTimebyDifficult = 10.0f;
13     }
14     else if (_difficultID == 2)
15     {
16         _difficultElements = 4;
17         _totalElements = 15;
18         _setTimebyDifficult = 15.0f;
19     }
20     else if (_difficultID == 3)
21     {
22         _difficultElements = 5;
23         _totalElements = 20;
24         _setTimebyDifficult = 20.0f;
25     }
26
27     print("Selected Difficult: " + _difficultID);
28     print("Total Type of Elements: " + _difficultElements);
29     print("Total Elements: " + _totalElements);
30
31     print("For to be initialized.");
32     for (int i = 0; i < _difficultElements; i++)
33     {
34         print("For is working i = " + i);
35         print("Do to be initialized.");
36         do
37         {
38             _randomInt = Random.Range(1, 12);
39             print("RandomInt was created.");
40         } while (_randomFood.Contains(_randomInt));
41         _randomFood.Add(_randomInt);
42         print("RandomInt was added.");
43     }
44     print("For terminated.");
45     print("The current list is: ");
46     foreach (int item in _randomFood)
47     {
48         print(item);
49     }
50 }
51
52 print("For to be initialized.");
53 for (int i = 0; i < _totalElements; i++)
54 {
55     print("For is working i = " + i);
56     _pickedIndex = Random.Range(0, _randomFood.Count);
57     print("A index of the previous list was selected.");
58     _pickedInt = _randomFood[_pickedIndex];
59     print("A RandomInt of the previous list was selected.");
60
61     print("Switch to be initialized.");
62     switch (_pickedInt)
63     {
64         case 1: _pickedPineapple++; _textGoalPineappleQuantity.text = "x " + _pickedPineapple; break;
65         case 2: _pickedWatermelon++; _textGoalWatermelonQuantity.text = "x " + _pickedWatermelon; break;
66         case 3: _pickedMango++; _textGoalMangoQuantity.text = "x " + _pickedMango; break;
67         case 4: _pickedBanana++; _textGoalBananaQuantity.text = "x " + _pickedBanana; break;
68         case 5: _pickedPear++; _textGoalPearQuantity.text = "x " + _pickedPear; break;
69         case 6: _pickedApple++; _textGoalAppleQuantity.text = "x " + _pickedApple; break;
70         case 7: _pickedOrangeJuice++; _textGoalOrangeJuiceQuantity.text = "x " + _pickedOrangeJuice; break;
71         case 8: _pickedChocolate++; _textGoalChocolateQuantity.text = "x " + _pickedChocolate; break;
72         case 9: _pickedCoffee++; _textGoalCoffeeQuantity.text = "x " + _pickedCoffee; break;
73         case 10: _pickedMilk++; _textGoalMilkQuantity.text = "x " + _pickedMilk; break;
74         case 11: _pickedWine++; _textGoalWineQuantity.text = "x " + _pickedWine; break;
75     }
76     print("Switch terminated.");
77
78     _generatedFood.Add(_pickedInt);
79     print("Selected int was added to the new list.");
80 }
81 print("For terminated.");
82 print("The final list is: ");
83 foreach (int item in _generatedFood)
84 {
85     print(item);
86 }
87 }

```

Imagen 11. Generación aleatoria de productos según dificultad

La función `_generateFoodByDifficult` se encarga de recolectar la variable global del ID de la dificultad seleccionada para asignar los valores a las variables necesarias como el número de elementos totales, el número de productos y el tiempo para memorizar. Todos los productos tienen un ID, el objetivo de la función es crear una lista con los IDs de los productos.

Posteriormente, la función tiene un ciclo que seleccionará los elementos iniciales que se van a repetir para crear la lista final de productos para memorizar y los agrega a una lista inicial. A continuación, existe otro ciclo que se repite según la variable que indica el número de elementos totales que debe contener la lista dada la dificultad. Este ciclo selecciona aleatoriamente algún *index* de la lista inicial para agregar el valor a la lista final. La función contiene un switch que se encarga de tomar el ID del producto y registrarlo en un *Canvas* para la visualización del usuario. La ejecución de la función en dificultad fácil sería la siguiente.

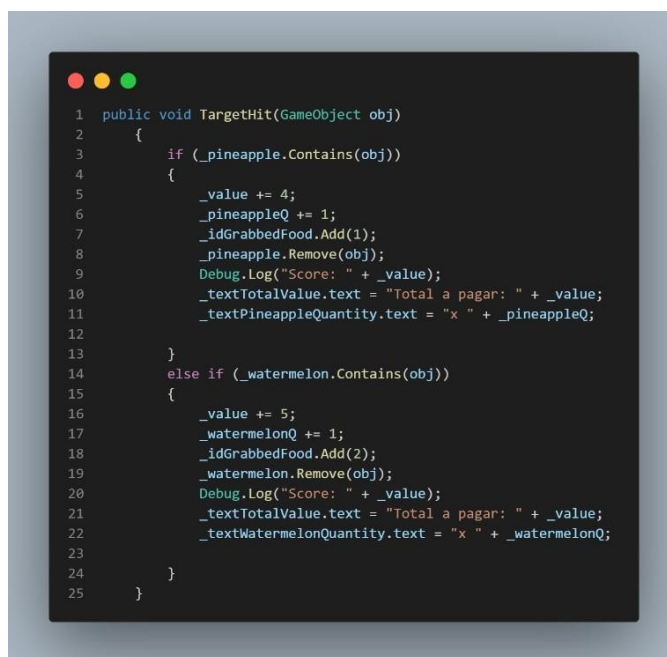


```
1 print("Selected Difficult: " + _difficultID);
2 print("Total Type of Elements: " + _difficultElements);
3 print("Total Elements: " + _totalElements);
4
5 print("Dificultad seleccionada: " + 1);
6 print("Tipos de elementos totales: " + 3);
7 print("Total Elementos: " + 10);
8
9 print("Tipos de elementos generados:");
10 (2,5,9)
11 print("Index elegidos aleatoriamente: ");
12 (0,0,0,1,1,1,1,2,2,2)
13 print("Correspondiente a los siguientes valores: ");
14 (2,2,2,5,5,5,5,9,9,9)
15
16 print("Los productos generados son");
17 Piña x3
18 Pera x4
19 Café x3
```

**Imagen 12.** Ejemplo de ejecución de la función `_generateFoodByDifficult`

### 4.3.6.2. Función TargetHit y OnCollisionEnter

La función TargetHit es la encargada de asignar los valores de cada producto y settear el valor total a pagar y la cantidad para mostrarlos en un *Canvas*.



```
1 public void TargetHit(GameObject obj)
2 {
3     if (_pineapple.Contains(obj))
4     {
5         _value += 4;
6         _pineappleQ += 1;
7         _idGrabbedFood.Add(1);
8         _pineapple.Remove(obj);
9         Debug.Log("Score: " + _value);
10        _textTotalValue.text = "Total a pagar: " + _value;
11        _textPineappleQuantity.text = "x " + _pineappleQ;
12    }
13    else if (_watermelon.Contains(obj))
14    {
15        _value += 5;
16        _watermelonQ += 1;
17        _idGrabbedFood.Add(2);
18        _watermelon.Remove(obj);
19        Debug.Log("Score: " + _value);
20        _textTotalValue.text = "Total a pagar: " + _value;
21        _textWatermelonQuantity.text = "x " + _watermelonQ;
22    }
23 }
24 }
25 }
```

Imagen 13. Función TargetHit

La Imagen 13 muestra parte del código del funcionamiento de la función. La función TargetHit lleva como parámetro un *GameObject*. Existe una lista generada al principio de la escena en donde se registra en una lista todos los elementos con el mismo TAG, por ejemplo, la lista “\_pineapple” es una lista de *GameObjects* que será almacenada con todas las piñas de la escena. Una vez llamada la función, existe una estructura “if, else” que detecta cual es el objeto enviado en el llamado de la función y asigna un valor a algunas variables incrementables como el contador del total a pagar o la cantidad total del tipo de producto escogido. Al finalizar remueve el *GameObject* de la lista para que no pueda utilizar varias veces el mismo *GameObject* y registra en el *Canvas* los valores incrementables.

El método OnCollisionEnter es un método reservado dentro del entorno de Unity. Se encarga de obtener la información sobre la colisión, como el *GameObject* con el que se colisiona. El método se llama cuando existe una colisión física entre dos objetos con *Colliders*.

```
1 void OnCollisionEnter(Collision obj)
2 {
3
4     if (obj.gameObject.tag == "Floor")
5     {
6         print("Ignored Floor Collision");
7     }
8     else
9     {
10        gameController.TargetHit(obj.gameObject);
11        _grabbedFood.Add(obj.gameObject);
12
13        //_getID(obj.gameObject);
14        gameController.printID();
15        gameController._audioPlayer.Play();
16        obj.gameObject.SetActive(false);
17        print("Object was deleted from scene.");
18    }
19 }
20
21
22 }
```

**Imagen 14.** Método `OnCollisionEnter`

La Imagen 14 muestra el código del método `OnCollisionEnter`. El método tiene como parámetro un objeto de tipo colisión (se tratará de un `GameObject` dentro de la escena). Si el objeto colisionado es el suelo se ignorará mientras que, si la colisión es con cualquier otro `GameObject`, se llamará a la función `TargetHit` y se envía el objeto colisionado como parámetro. Posteriormente, guarda el objeto en una lista, reproduce un sonido de supermercado y finalmente desactiva el objeto.

#### 4.3.6.3. Conteo de errores

El conteo de errores es una característica fundamental de la aplicación dado que lleva el registro entre los diversos intentos para el posterior análisis y determinar si existe una mejora. El conteo de errores se lleva a cabo por medio de un algoritmo en el cual toma en cuenta la lista inicial de los objetos y la lista de los objetos obtenidos. La Imagen 15 muestra una captura del algoritmo para el conteo de errores.



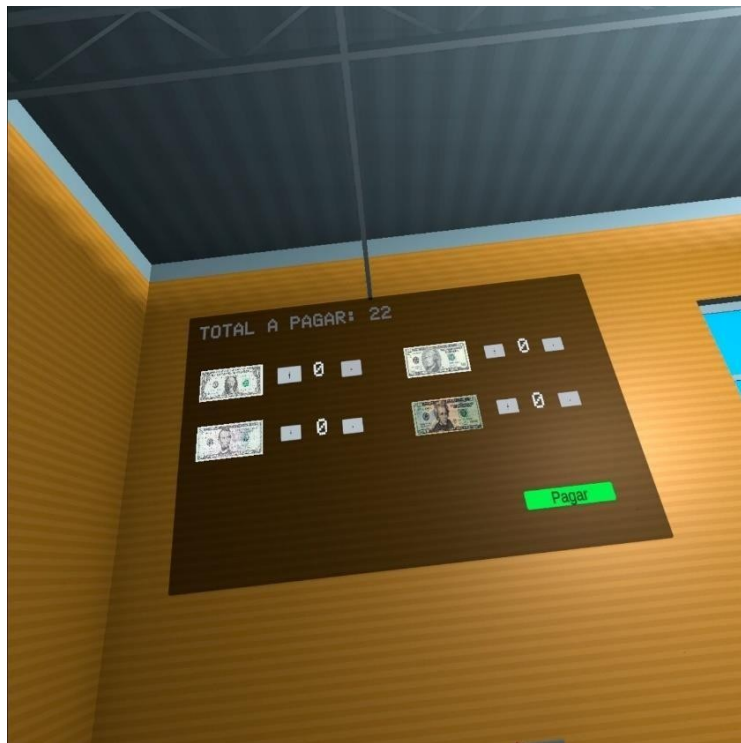
```
1 public void _totalErrors(List<int> A, List<int> B)
2 {
3     List<int> ASort = A.ToList();
4     ASort.Sort();
5     List<int> BSort = B.ToList();
6     BSort.Sort();
7
8     if (ASort.Count > BSort.Count || ASort.Count == BSort.Count)
9     {
10        print("List A is bigger than List B or they have the same count");
11        for (int i = 0; i < ASort.Count; i++)
12        {
13            int j = BSort.IndexOf(ASort[i]);
14
15            if (j != -1)
16            {
17                ASort.RemoveAt(i);
18                BSort.RemoveAt(j);
19
20                i--;
21            }
22        }
23
24        print("Total List A: " + ASort.Count);
25        print("Total List B: " + BSort.Count);
26
27        _errors = ASort.Count + BSort.Count;
28        print("Errors: " + _errors);
29        _textTotalErrors.text = _errors.ToString();
30    }
31    else
32    {
33        print("List B is bigger than List A");
34        for (int i = 0; i < BSort.Count; i++)
35        {
36            int j = ASort.IndexOf(BSort[i]);
37
38            if (j != -1)
39            {
40                ASort.RemoveAt(i);
41                BSort.RemoveAt(j);
42
43                i--;
44            }
45        }
46
47        print("Total List A: " + ASort.Count);
48        print("Total List B: " + BSort.Count);
49
50        _errors = ASort.Count + BSort.Count;
51        print("Errors: " + _errors);
52        _textTotalErrors.text = _errors.ToString();
53    }
54 }
```

**Imagen 15.** Algoritmo para calcular los errores totales

La función toma como parámetros las dos listas anteriormente y las ordena de manera ascendente para almacenarlas dentro de otras listas locales. Existe una condicional que determina si la cantidad de elementos entre ambas listas son iguales. El algoritmo recorre en un ciclo *for* ambas listas, en caso de que ambos elementos coincidan eliminará el elemento de ambas listas. Al finalizar, ambas listas tendrán elementos no coincidentes incluyendo los elementos de la lista inicial que no se escogieron al igual que los elementos de la lista de los elementos obtenidos que no presenciaban en la lista a obtener, por lo cual, se realiza una sumatoria de los elementos restantes para determinar la cantidad total de errores.

#### 4.3.6.4. Dominio matemático

El dominio matemático consiste en pagar correctamente el total de los elementos escogidos. Cada objeto tiene un “costo” determinado, la totalidad de los elementos obtenidos se mostrará al finalizar el intento dentro de un *Canvas*. El usuario deberá seleccionar los billetes necesarios para que el resultado coincida con el total a pagar. La Imagen 16 muestra una captura del *Canvas* de Pago en la ejecución.



**Imagen 16.** Canvas de Pago.

El resultado se compara mediante una función de tipo *boolean* en la que es llamada al momento de seleccionar “Pagar” donde posteriormente según se seleccionará entre dos *Sprites*.

```
1  bool _validateResult()
2  {
3      if (_totalToPay == _value)
4      {
5          return true;
6      }
7      else
8      {
9          return false;
10     }
11 }
12 }
```

**Imagen 17.** Función para validar pago.

#### 4.3.6.5. *Canvas* de resultados

Es la última característica que se muestra al usuario al momento de finalizar el intento. Consiste en un *Canvas* con toda la información que se ha podido recolectar mediante el intento, incluye el número de errores, el tiempo total que tardó, pago correcto y la lista de objetos.

La Imagen 18 muestra un ejemplo del *Canvas* de resultados en distintos casos.



**Imagen 18.** Ejemplo de *Canvas* de resultado

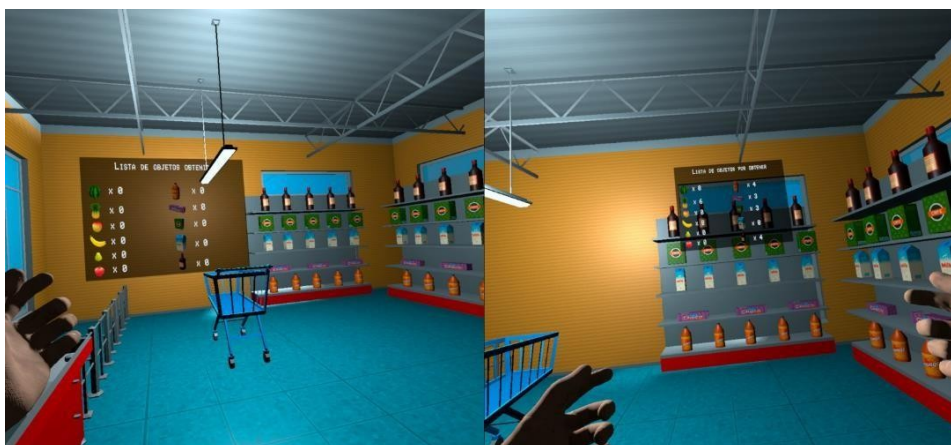
### 4.3.7. *Sprint 5: Ajustes en la experiencia de usuario*

Siguiendo la planificación, se procede con mostrar un avance de la aplicación con la finalidad de recibir retroalimentación y realizar ajustes para mejorar la experiencia de usuario.

#### 4.3.7.1. Ajustes en los *Canvas* de la escena

Según la retroalimentación, se procede a realizar pequeños ajustes en los distintos *Canvas* de la escena, los cambios incluyen el tamaño del panel, fuente, tamaño de *sprites*, etc.

Se realiza los cambios en los *Canvas* que muestra la información de los productos. En la Imagen 19, en la izquierda se observa la versión final del *Canvas* que muestra los productos obtenidos, mientras que, en la derecha, muestra la versión final de un pequeño *Canvas* que aparece justo en frente del usuario al iniciar el intento donde se muestra los objetos a obtener.



**Imagen 19.** Ajustes en los *Canvas* de la escena.

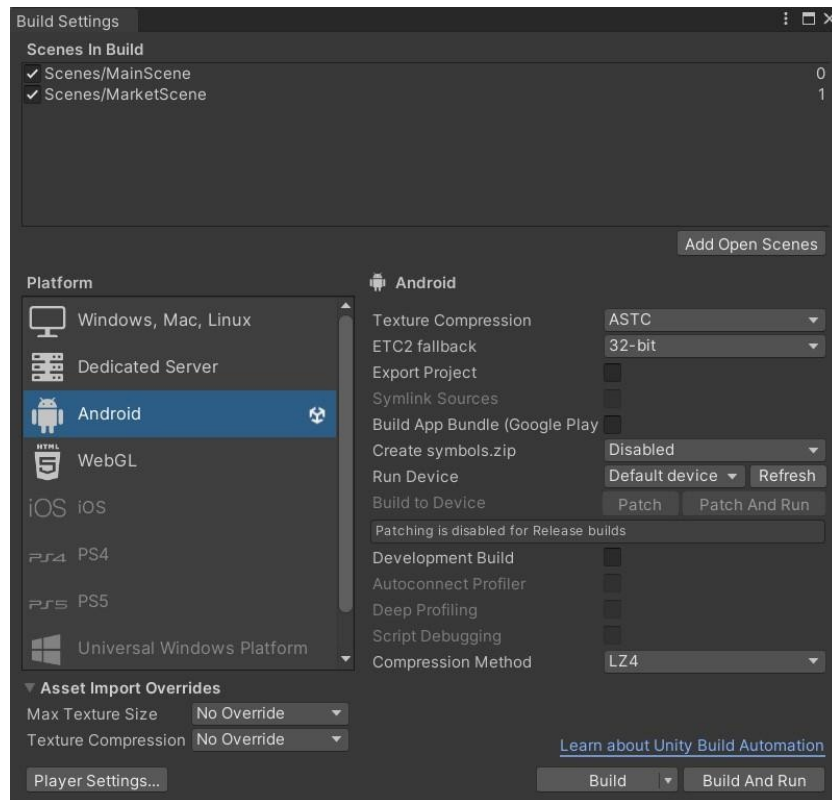
Además, se reemplaza la idea inicial de implementar un *Trigger* para finalizar el intento y en su lugar se añade un pequeño panel interactivo con el usuario que contiene un botón para finalizar el intento y proceder con el pago.



**Imagen 20.** Canvas para finalizar el intento

#### **4.3.8. *Sprint 6:* Lanzamiento y evaluación**

Siguiendo la planificación, el último paso consiste en el lanzamiento de la aplicación para la posterior evaluación. La Imagen 21 muestra los ajustes de compilación.



**Imagen 21.** Ajustes de compilación de la aplicación.

#### **4.4. RESULTADOS.**

Luego de completar la fase de desarrollo de la aplicación, se busca la participación voluntaria de veinte individuos que cumplan con los criterios de población establecidos. Estos participantes se involucrarán en una evaluación preliminar para utilizar la aplicación y una prueba de usabilidad, con el propósito de recopilar datos que faciliten un análisis inicial acerca del uso de la aplicación.

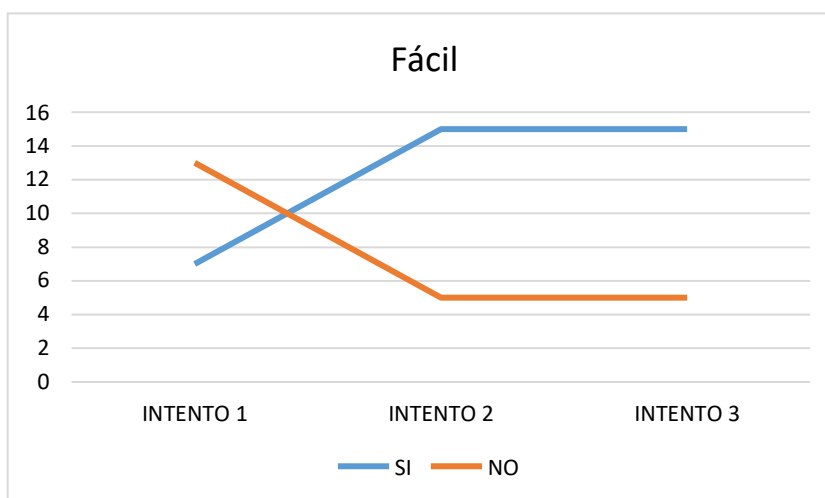
##### **4.4.1. Evaluación preliminar de estimulación cognitiva**

Cada participante realizará tres intentos por cada dificultad. Los criterios de evaluación incluyen el tiempo total del intento, número de errores, pago correcto y la selección correcta de los productos.

##### **4.4.1.1. Lista de Productos**

Este criterio evalúa si el participante cumplió correctamente escogiendo los productos que se mostraron en la lista de productos generada aleatoriamente, es decir, si memorizó correctamente todos los elementos o no.

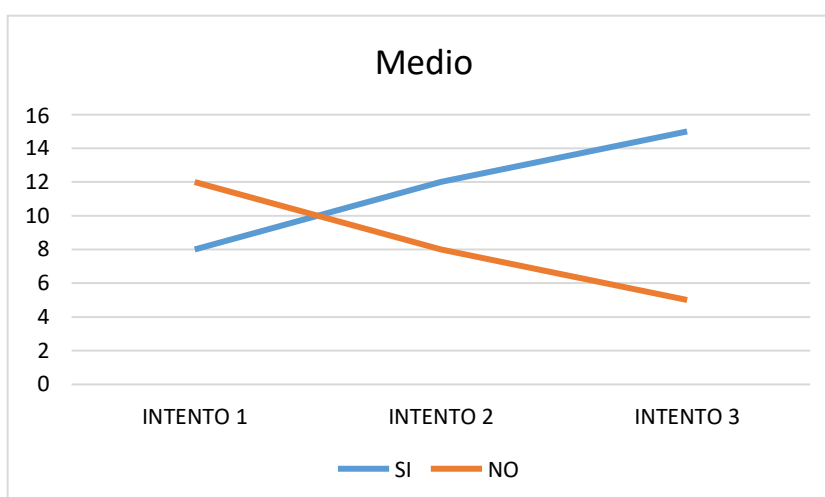
### Dificultad Fácil



**Gráfico 13.** Criterio de evaluación “Lista de Productos” en dificultad fácil.

El Gráfico 13 indica que existe un aumento de participantes que resolvieron la lista correctamente según realizan los intentos. En el intento 1, siete participantes memorizaron con éxito la lista de productos a obtener mientras que trece fallaron, esto indica que el 35% de los participantes tuvieron éxito en el primer intento. En el último intento, hubo un aumento de participantes que tuvieron éxito en este criterio de evaluación, el 75% resolvió con éxito la prueba de la memoria.

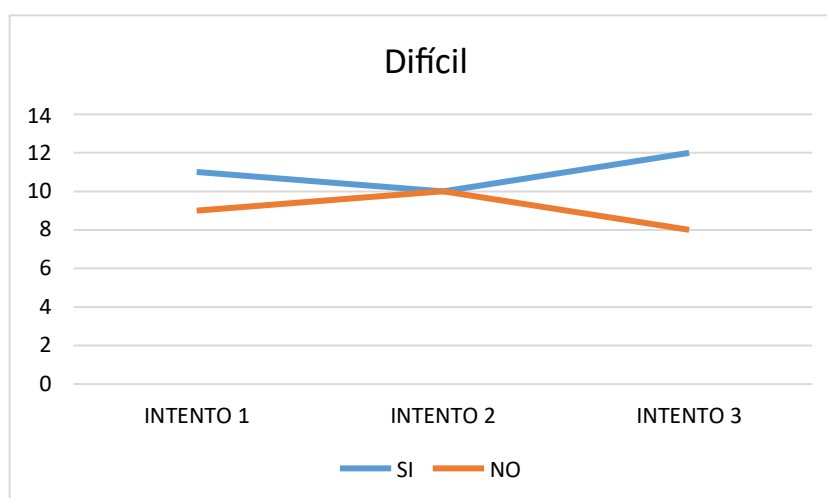
### Dificultad Medio



**Gráfico 14.** Criterio de evaluación “Lista de Productos” en dificultad medio.

Según se observa en el Gráfico 14, existe una tendencia alcista de participantes que tienen éxito en este criterio de evaluación según realizan los intentos. En el primer intento, ocho personas memorizaron con éxito la lista de productos a obtener mientras que doce fallaron, esto indica que el 40% de los participantes tuvieron éxito en el primer intento. En el tercer intento, hubo un aumento de participantes que tuvieron éxito en este criterio de evaluación, el 75% resolvió con éxito la prueba de la memoria.

#### Dificultad Difícil



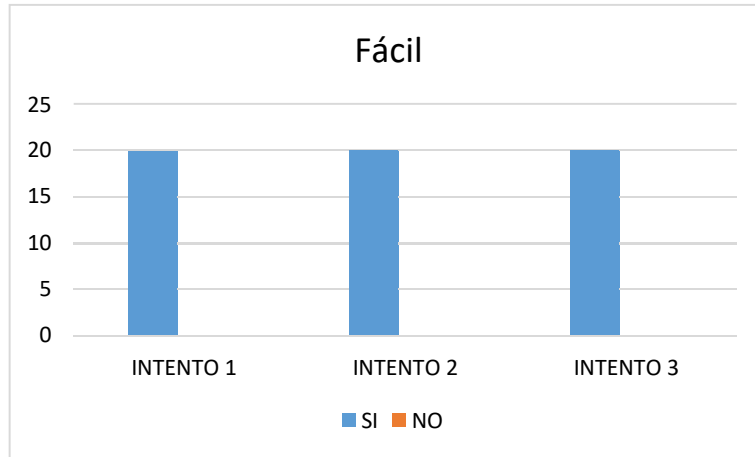
**Gráfico 15.** Criterio de evaluación "Lista de Productos" en dificultad difícil.

Según el Gráfico 15, en el primer intento, once participantes memorizaron con éxito la lista de productos a obtener mientras que nueve fallaron, esto indica que el 55% de los participantes tuvieron éxito en el primer intento. En el último intento, hubo un pequeño aumento de participantes que tuvieron éxito en este criterio de evaluación, el 60% resolvió con éxito la prueba de la memoria. Cabe recalcar que, en el segundo intento, la cantidad de participantes que tuvieron éxito y fallaron en el criterio de evaluación fue la misma.

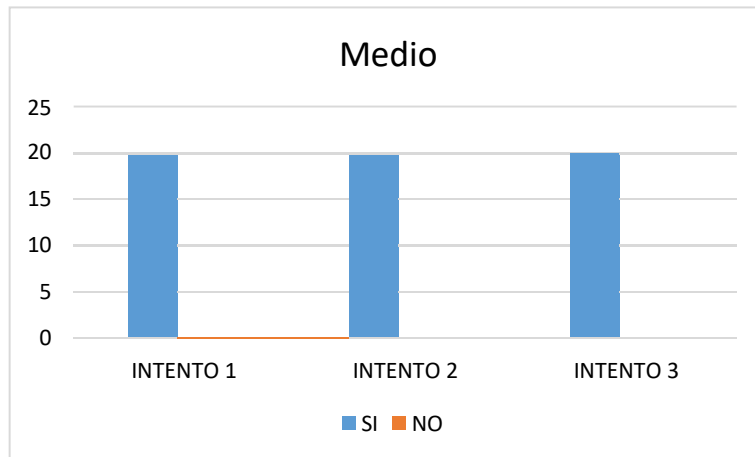
#### 4.4.1.2. Pago Correcto

Este criterio relacionado al dominio matemático evalúa si el participante realiza el pago correcto como se explica en el *Sprint* 4 del presente documento. Según se observa en los Gráficos 16, 17 y 18, el número de errores en efectuar el pago es mínimo, esto puede deberse al dominio matemático que tiene la población objetivo dado que no representa un desafío.

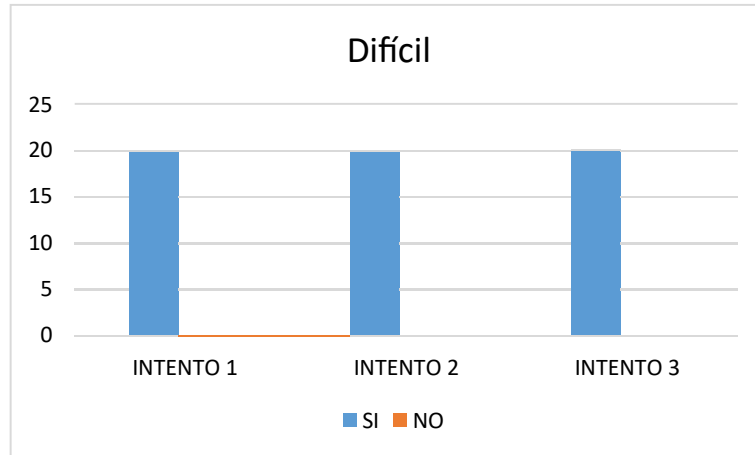




**Gráfico 16.** Criterio de evaluación “Pago Correcto” en dificultad fácil.



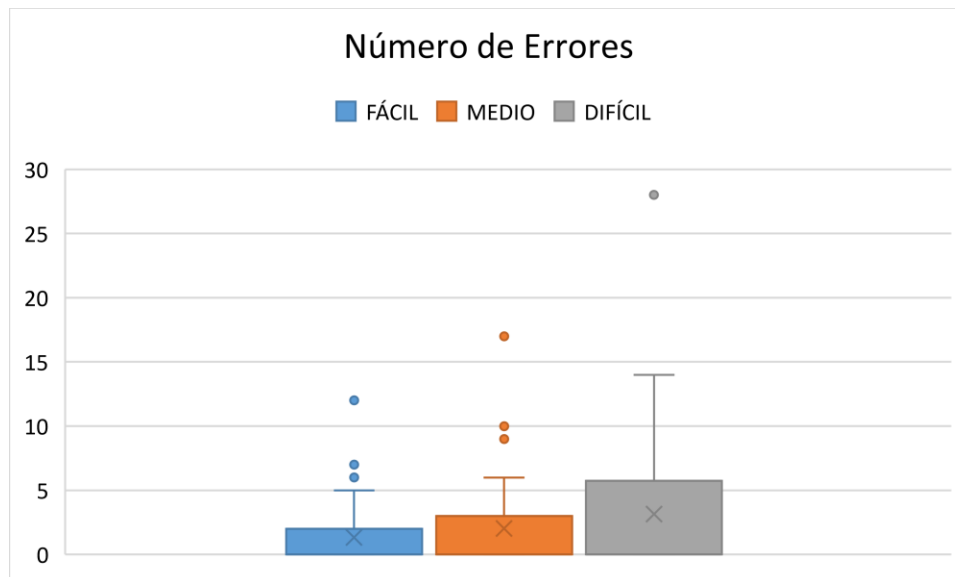
**Gráfico 17.** Criterio de evaluación “Pago Correcto” en dificultad media.



**Gráfico 18.** Criterio de evaluación "Pago Correcto" en dificultad difícil.

#### 4.4.1.3. Número de errores

El número de errores es un criterio de evaluación importante, muestra la monitorización del progreso y permite la identificación de deficiencias. Se recalca que cada participante realiza tres intentos por cada dificultad y dado que existe 20 participantes se tiene un total de 60 ejecuciones por dificultad.



**Gráfico 19.** Número de errores por dificultad

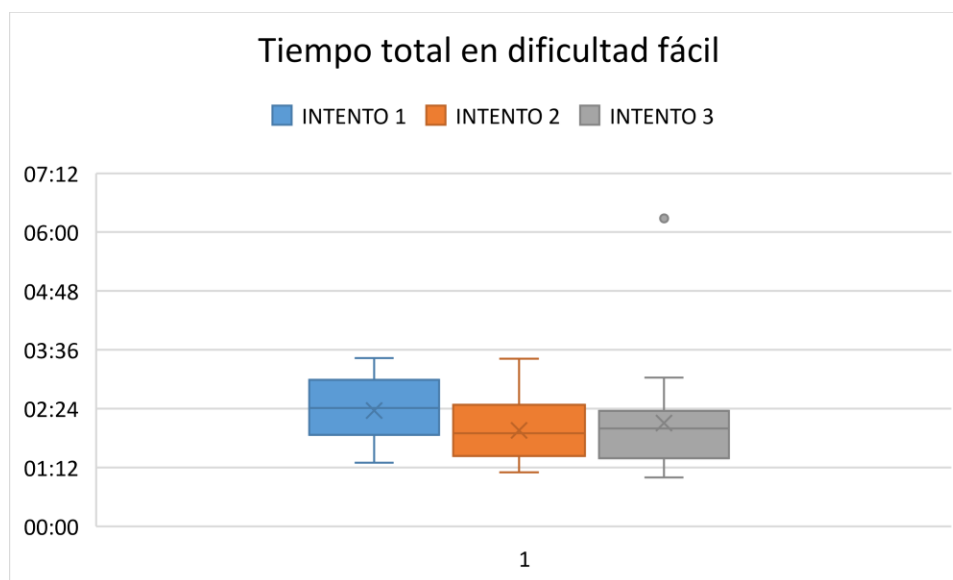
Según se puede observar en el Gráfico 19, existen varios datos atípicos por dificultad, la mediana de todas las dificultades es 0. En la dificultad fácil, los extremos son 0 y 5, la media es de 2, el primer cuartil es 0 y el tercer cuartil es 2,

además contiene tres valores atípicos que son 6, 7 y 12. En el caso de la dificultad media, los extremos son 0 y 6, la media es de 3, el primer cuartil es 0 y el tercer cuartil es 3, contiene tres valores atípicos que son 9, 10 y 17. Y en el último caso de dificultad, los extremos son 0 y 14, la media es de 3.15, el primer cuartil es 0 y el tercer cuartil es 5.75, contiene un solo valor atípico que es 28. El número de errores es mayor según incrementa la dificultad, esto puede deberse a que conforme aumenta la dificultad, la resolución de un ejercicio presenta una mayor carga cognitiva, esto significa que se necesitan más recursos mentales como la atención, memoria y razonamiento para procesar la información [29]. En términos generales, cuando la carga cognitiva es alta, es más probable que ocurran errores debido a la sobrecarga o saturación de los recursos cognitivos disponibles.

#### 4.4.1.4. Tiempo total del intento

Este criterio evalúa el tiempo que tarda en completar el intento. Permite monitorizar el progreso al igual que identificar cualquier tipo de deficiencia. Se recalca que cada participante realiza tres intentos por cada dificultad y dado que existe 20 participantes se tiene un total de 60 ejecuciones por dificultad.

Dificultad Fácil



**Gráfico 20.** Tiempo total del intento en dificultad fácil

El Gráfico 20 muestra el tiempo total por intento en la dificultad fácil. En el primer intento, los extremos son 01:18 y 03:26. Tiene una mediana de 02:25 y una media

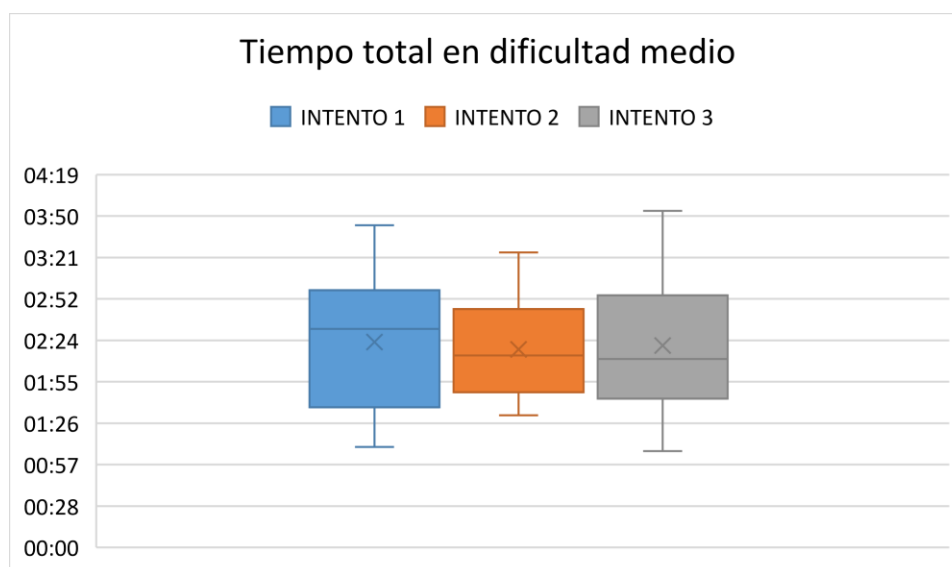
02:21. El primer cuartil es de 01:52 y el tercer cuartil es de 02:28.

En el segundo intento, los extremos son 01:06 y 03:25. Tiene una mediana de 01:54 y una media de 01:57. El primer cuartil es de 01:26 y el tercer cuartil es de 02:28, no presenta valores atípicos.

En el último intento, los extremos son 01:00 y 03:02. Tiene una mediana de 02:00 y una media de 02:06. El primer cuartil muestra un valor de 01:23 y el tercer cuartil de 02:21, además, tiene un valor atípico que es 06:17.

Se puede observar que el gráfico tiene una tendencia bajista, esto indica que conforme realizan intentos los participantes tienden a reducir el tiempo total que les toma realizar el ejercicio.

### Dificultad Medio



**Gráfico 21.** Tiempo total del intento en dificultad medio

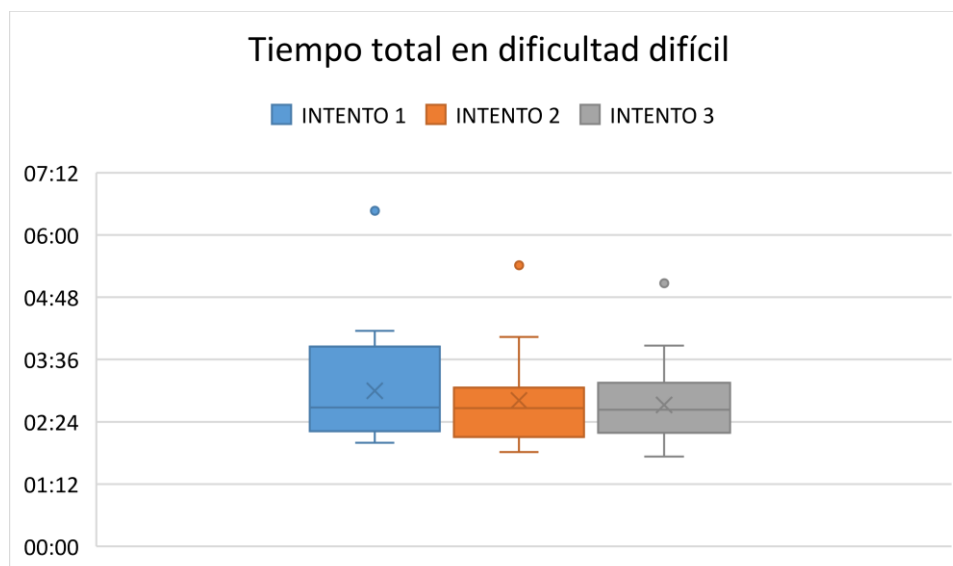
El Gráfico 21 muestra el tiempo total por intento en la dificultad medio. En el primer intento, los extremos son 01:10 y 03:44. Tiene una mediana de 02:32 y una media 02:22. El primer cuartil es de 01:37 y el tercer cuartil es de 02:58.

En el segundo intento, los extremos son 01:32 y 03:25. Tiene una mediana de 02:13 y una media de 02:17. El primer cuartil es de 01:48 y el tercer cuartil es de 02:45, no presenta valores atípicos.

En el último intento, los extremos son 01:07 y 03:54. Tiene una mediana de 02:11 y una media de 02:20. El primer cuartil muestra un valor de 01:43 y el tercer cuartil de 02:55. Se puede observar en el gráfico que el tiempo medio en el que realizan el

ejercicio va disminuyendo según los intentos, sin embargo, el tercer intento registra tiempos más elevados en comparación al intento dos.

### Dificultad Difícil



**Gráfico 22.** Tiempo total del intento en dificultad difícil

El Gráfico 22 muestra el tiempo total intento en la dificultad difícil. En el primer intento, los extremos son 02:00 y 04:09. Tiene una mediana de 02:40 y una media 02:59. El primer cuartil es de 02:13 y el tercer cuartil es de 03:51, además, tiene un valor atípico de 06:28.

En el segundo intento, los extremos son 01:49 y 04:02. Tiene una mediana de 02:40 y una media de 02:48. El primer cuartil es de 02:06 y el tercer cuartil es de 03:03, además, presenta un valor atípico de 05:25.

En el último intento, los extremos son 01:44 y 03:52. Tiene una mediana de 02:38 y una media de 02:43. El primer cuartil muestra un valor de 02:11 y el tercer cuartil de 03:09. Además, presenta un valor atípico de 05:04.

Se puede observar en el gráfico que el tiempo medio en el que realizan el ejercicio va disminuyendo según los intentos. En relación con el primer intento, el tercero muestra una reducción de alrededor del 9% en el tiempo medio.

En las secciones evaluadas de manera preliminar, por lo general existe una mejora conforme se realizan los intentos, esto puede deberse a varios factores entre los que se destaca el aprendizaje y la adaptación. En el caso del aprendizaje, cada intento

brinda la oportunidad de aprender de las experiencias previas e identificar errores, el cual deriva en una mejor comprensión de estrategias para la resolución de problemas. Este proceso de aprendizaje gradual permite mejorar con el tiempo. En la adaptación, el cerebro se adapta con cada intento y se vuelve más eficiente en la realización de la tarea en cuestión facilitando su posterior ejecución con mayor precisión y rapidez.

#### 4.4.2. Test de Usabilidad

Con el fin de evaluar la usabilidad del sistema, se hace uso del test de usabilidad del Sistema de Brooke (SUS, por sus siglas en inglés). SUS es una herramienta estándar utilizada para evaluar la usabilidad de un sistema. El SUS consiste en un cuestionario breve y estandarizado con respuestas en escala de Likert del 1 al 5, que se administra a los usuarios después de que han interactuado con el sistema o producto, es de utilidad para evaluar la eficacia, la eficiencia y la satisfacción de un sistema [30]. La Tabla 5 contiene los enunciados predefinidos.

**Tabla 5.** Cuestionario del test de usabilidad SUS

<b>Cuestionario del Test de Usabilidad SUS</b>	
P1	Creo que me gustaría utilizar el sistema con frecuencia.
P2	El sistema me pareció innecesariamente complejo.
P3	Pensé que el sistema era fácil de usar.
P4	Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar el sistema.
P5	Encontré que las diversas funciones de este sistema estaban bien integradas.
P6	Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema.
P7	Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente.
P8	El sistema me pareció muy complicado de utilizar.
P9	Me sentí muy seguro al usar el sistema.
P10	Necesitaba aprender muchas cosas antes de poder empezar a utilizar este sistema.

El test fue llevado a cabo en los 20 participantes que realizaron la evaluación preliminar del sistema. A continuación, se muestra la tabla de resultados.

**Tabla 6.** Resultados del test de usabilidad SUS

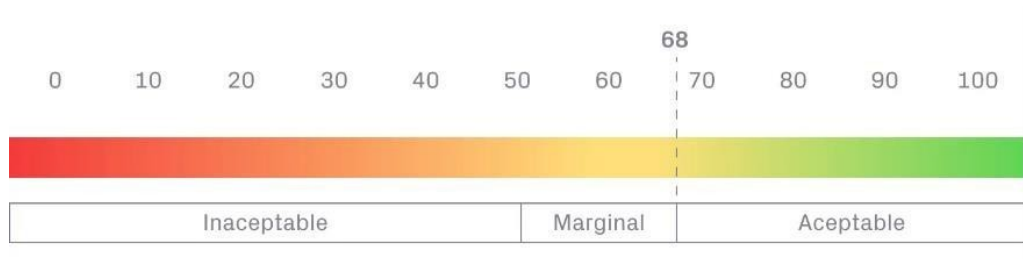
Participante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Subtotal	Total
No. 1	2	3	3	3	3	4	3	4	3	4	32	80
No. 2	3	3	4	3	3	4	2	4	3	3	32	80
No. 3	2	4	3	2	3	3	3	3	3	3	29	72.5
No. 4	3	3	4	4	4	4	4	4	1	4	35	87.5
No. 5	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	32	80
No. 6	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	31	77.5
No. 7	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	37	92.5
No. 8	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	32	80
No. 9	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	38	95
No. 10	3	4	2	4	4	4	4	4	3	4	36	90
No. 11	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	36	90
No. 12	2	3	2	4	4	4	3	3	2	3	30	75
No. 13	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	33	82.5
No. 14	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	37	92.5
No. 15	3	4	3	4	4	4	2	4	3	4	35	87.5
No. 16	3	4	4	4	4	3	3	3	2	4	34	85
No. 17	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	35	87.5
No. 18	4	3	3	3	3	4	2	3	2	4	31	77.5
No. 19	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	34	85
No. 20	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	35	87.5
	<b>2.91</b>	<b>3.50</b>	<b>3.18</b>	<b>3.32</b>	<b>3.59</b>	<b>3.59</b>	<b>3.05</b>	<b>3.32</b>	<b>2.82</b>	<b>3.27</b>	<b>81.36</b>	<b>81.36</b>

Para obtener el puntaje SUS (SUS Score) se toma en cuenta las preguntas pares e impares. Dada la escala Likert, cada pregunta tendrá una valoración entre 1 y 5.

Para las preguntas impares se resta 1 al valor dado en la escala Likert, mientras que, para las preguntas pares se resta de 5 el valor de la escala Likert. Las escalas SUS deben tener valores entre 0 y 4 (siendo cuatro la respuesta más positiva). Posteriormente, se suma el puntaje de cada pregunta y se multiplica por 2.5 para convertir el rango de los posibles valores desde 0 a 100 en lugar de 0 a 40.

En la Tabla 6 se puede observar la puntuación individual de cada participante en cada una de las preguntas, además del promedio que es el necesario para la evaluación SUS. Según Jeff Sauro, tras un arduo estudio concluye que el puntaje promedio es 68. La representación de los resultados se puede reflejar de manera

visual en la Imagen 22.



**Imagen 22.** Representación de los resultados de un SUS. Obtenido de UIFromMars.



**Imagen 23.** Interpretación de escala SUS en grados y percentiles. Obtenido de Flat101.

Tras el análisis del test de usabilidad SUS, se obtuvo un puntaje SUS (SUS Score) de 81.36. La Imagen 23 muestra la interpretación de la escala SUS de manera visual, el puntaje SUS obtenido indica que la aplicación tuvo resultados aceptables en términos de usabilidad estableciendo su puntaje dentro del grado A y el percentil 90-95.



## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- El levantamiento de requerimientos por medio de la encuesta permitió abordar dentro de la aplicación las áreas cognitivas claves y las actividades de la vida diaria que son consideradas como desafiantes por los jóvenes adultos dado que al comprender las necesidades de esta población permitió enfocar el desarrollo en las áreas cognitivas menos desarrolladas.
- La utilización del *framework UltimateXR* permitió desarrollar el entorno con mayor facilidad y el uso de la metodología de desarrollo SCRUM facilitó la creación de un escenario inmersivo basándose en la retroalimentación proveniente de los usuarios.
- La implementación de “Tarea de Supermercado” como simulación de una actividad de la vida diaria fomentó la transferencia de habilidades a la realidad por lo que cumple con el objetivo de mantener la estimulación cognitiva en la misma actividad sin la necesidad de la aplicación.
- Las diferentes pruebas destinadas a los usuarios finales mostraron una mejora en las áreas cognitivas relacionadas con la aplicación, existió una reducción de errores y tiempo total de resolución conforme aumentan los intentos debido al aprendizaje y adaptación, además, se obtuvo resultados muy aceptables en términos de usabilidad y satisfacción del usuario.

#### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere continuar con el enfoque centrado en las necesidades y preferencias de la población objetivo en el desarrollo futuro de la aplicación VR lo que implica realizar actualizaciones de requerimientos periódicamente o cada que se desea analizar otra población.
- Se recomienda realizar evaluaciones regulares de las áreas cognitivas menos desarrolladas y ajustar las actividades de estimulación cognitiva dentro de la aplicación según los resultados con el fin de garantizar un impacto positivo en el funcionamiento cognitivo de los usuarios correspondientes a la población.
- Se recomienda el uso del *framework UltimateXR* para el futuro desarrollo de la aplicación si se tiene en cuenta la ampliación del proyecto a multiplataforma o la implementación de nuevos escenarios de estimulación cognitiva.
- Para potenciar más la transferencia de habilidades a la vida diaria, se sugiere

explorar la posibilidad de incorporar otras actividades cotidianas relevantes dentro de la aplicación, dado que, al ofrecer una variedad de simulaciones de actividades, la aplicación puede proporcionar a los usuarios una experiencia más completa y diversificada.

- Con el fin de mantener y mejorar continuamente la efectividad de la aplicación en términos de estimulación cognitiva, al igual que la usabilidad y la satisfacción del usuario se recomienda implementar un proceso sistemático de retroalimentación y mejora continua.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Organización Mundial de la Salud, “Depresión y otros trastornos mentales comunes. Estimaciones sanitarias mundiales,” 2017.
- [2] M. Fleischmann and Banco Mundial, “Bajo su superficie alegre, Latinoamérica también sufre de depresión,” Apr. 2017.
- [3] B. Sempértegui, “Huellas de sabiduría, estimulación para adultos mayores en la PUCESA,” Ambato, Jun. 2023.
- [4] G. Palacios-Navarro, J. Buele, S. Gimeno Jarque, and A. Bronchal Garcia, “Cognitive Decline Detection for Alzheimer’s Disease Patients Through an Activity of Daily Living (ADL),” *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 30, pp. 2225–2232, 2022, doi: 10.1109/TNSRE.2022.3196435.
- [5] C. Botella, G. Riva, A. Gaggioli, B. K. Wiederhold, M. Alcaniz, and R. M. Baños, “The Present and Future of Positive Technologies,” *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, vol. 15, no. 2, pp. 78–84, Feb. 2012, doi: 10.1089/cyber.2011.0140.
- [6] M. Dietrichkeit, K. Grzella, M. Nagel, and S. Moritz, “Using virtual reality to explore differences in memory biases and cognitive insight in people with psychosis and healthy controls,” *Psychiatry Res*, vol. 285, p. 112787, Mar. 2020, doi: 10.1016/J.PSYCHRES.2020.112787.
- [7] A. Mitrovic, M. Mathews, S. Ohlsson, J. Holland, and A. McKinlay, “Computer-Based Post-Stroke Rehabilitation of Prospective Memory,” *J Appl Res Mem Cogn*, vol. 5, no. 2, pp. 204–214, Jun. 2016, doi: 10.1016/J.JARMAC.2016.03.006.
- [8] B. Woods, H. K. Rai, E. Elliott, E. Aguirre, M. Orrell, and A. Spector, “Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, vol. 2023, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1002/14651858.CD005562.pub3.
- [9] E. Ochoa Palau, “Burtown: a VR experience,” 2019, Accessed: Oct. 30, 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9043>
- [10] P. Gamito, J. Oliveira, C. Alves, N. Santos, C. Coelho, and R. Brito, “Virtual Reality-Based Cognitive Stimulation to Improve Cognitive Functioning in Community Elderly: A Controlled Study,” *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, vol. 23, no. 3, pp. 150–156, Mar. 2020, doi: 10.1089/cyber.2019.0271.

- [11] L. Joyanes, *Industria 4.0. La cuarta revolución industrial*. Alfaomega, 2017.
- [12] L. S. Angreani, A. Vijaya, and H. Wicaksono, “Systematic Literature Review of Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing and Logistics Sectors,” *Procedia Manuf*, vol. 52, pp. 337–343, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.11.056.
- [13] A. C. DIEGUES and J. E. ROSELINO, “Industrial policy, technonationalism and Industry 4.0: China-USA technology war,” *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 43, no. 1, pp. 5–25, Mar. 2023, doi: 10.1590/0101-31572023-3247.
- [14] K. C. S. Chan *et al.*, “Application of Immersive Virtual Reality for Assessment and Intervention in Psychosis: A Systematic Review,” *Brain Sci*, vol. 13, no. 3, Mar. 2023, doi: 10.3390/BRAINSCI13030471.
- [15] B. M. Brooks and F. D. Rose, “The use of virtual reality in memory rehabilitation: Current findings and future directions,” *NeuroRehabilitation*, vol. 18, no. 2, pp. 147–157, 2003, doi: 10.3233/NRE-2003-18207.
- [16] Y. Liu, W. Tan, C. Chen, C. Liu, J. Yang, and Y. Zhang, “A Review of the Application of Virtual Reality Technology in the Diagnosis and Treatment of Cognitive Impairment,” *Front Aging Neurosci*, vol. 11, Oct. 2019, doi: 10.3389/FNAGI.2019.00280.
- [17] É. Ouellet, B. Boller, N. Corriveau-Lecavalier, S. Cloutier, and S. Belleville, “The Virtual Shop: A new immersive virtual reality environment and scenario for the assessment of everyday memory,” *J Neurosci Methods*, vol. 303, pp. 126–135, Jun. 2018, doi: 10.1016/J.JNEUMETH.2018.03.010.
- [18] E. Vegas, “Locomocion: Tecnología para caminar en la realidad virtual,” Nov. 2018.
- [19] P. Soler, “La Realidad Virtual y sus métodos de locomoción,” <https://www.mundodeportivo.com/alfabeta/reportaje/la-realidad-virtual-y-sus-metodos-de-locomocion>.
- [20] C. J. Bohil, B. Alicea, and F. A. Biocca, “Virtual reality in neuroscience research and therapy,” *Nat Rev Neurosci*, vol. 12, no. 12, Dec. 2011, doi: 10.1038/NRN3122.
- [21] A. Mazancieux, M. Pereira, N. Faivre, P. Mamassian, C. J. A. Moulin, and C. Souchay, “Towards a common conceptual space for metacognition in

- perception and memory,” *Nature Reviews Psychology*, vol. 2, no. 12, pp. 751–766, Dec. 2023, doi: 10.1038/S44159-023-00245-1.
- [22] S. I. L. Chua *et al.*, “Virtual reality for screening of cognitive function in older persons: Comparative study,” *J Med Internet Res*, vol. 21, no. 8, Aug. 2019, doi: 10.2196/14821.
- [23] S. B. Baker, W. Xiang, and I. Atkinson, “Internet of Things for Smart Healthcare: Technologies, Challenges, and Opportunities,” *IEEE Access*, vol. 5, pp. 26521–26544, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2775180.
- [24] T. Donker and A. Kleiboer, “Special issue: e-health innovations for global mental health,” *Global Mental Health*, vol. 5, p. e5, Feb. 2018, doi: 10.1017/gmh.2018.6.
- [25] B. Goldstein, *Cognitive Psychology: Connecting Mind, Research and Everyday Experience*, 3rd Edition. Cengage Learning, 2010.
- [26] M. Gazzaniga, R. B. Ivry, and G. R. Mangun, *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*, Fifth. W. W. Norton & Company, 2018.
- [27] M. Anderson and A. Perrin, “Tech Adoption Climbs Among Older Adults,” United States of America, 2017.
- [28] VRMADA, “UltimateXR,” <https://www.ultimatexr.io/guides/what-is-ultimatexr>.
- [29] V. Villarroel, C. García, R. Melipillán, E. Achondo, and A. Sánchez, “Aprender del error es un acierto. Las dificultades que enfrentan los estudiantes chilenos en la Prueba PISA,” *Estudios Pedagógicos*, vol. XLI, pp. 293–310, 2015.
- [30] J. Sauro, “Measuring Usability with the System Usability Scale (SUS),” <https://measuringu.com/sus/>.

## **ANEXOS**

### **MANUAL DE USUARIO**

#### **PROYECTO DE GRADO:**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL BASADA EN UNA ACTIVIDAD DE LA VIDA DIARIA (AVD) PARA LA ESTIMULACIÓN COGNITIVA EN ADULTOS JÓVENES**

**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**

2024

## **INTRODUCCIÓN**

El presente manual tiene como finalidad dar a conocer al usuario a detalle las funcionalidades de la aplicación de realidad virtual para la estimulación cognitiva. El manual pretende ser una guía para el correcto uso de la aplicación. Este manual de usuario ofrece una guía completa para la instalación, el uso y la optimización de la aplicación, proporcionando consejos prácticos y sugerencias para maximizar la experiencia y los beneficios cognitivos. Aquí, encontrará todo lo que necesita saber para empezar a usar la aplicación y aprovechar al máximo sus características y funcionalidades.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA APLICACIÓN**

La aplicación denominada CognitiveStimulationVR es una herramienta diseñada para ayudar a los usuarios a estimular sus habilidades cognitivas a través de la simulación de actividades de la vida diaria. Con un enfoque centrado en la interacción inmersiva, esta aplicación proporciona un entorno seguro y controlado para que los usuarios practiquen y mejoren funciones cognitivas clave como la memoria, la atención y la toma de decisiones. La aplicación implementa una serie de niveles regulados de dificultad en la que el usuario deberá hacer uso de sus recursos cognitivos para la resolución de los problemas presentados.

## **REQUISITOS DEL SISTEMA**

- La aplicación requiere de gafas de realidad virtual autónomas. Optimizado para la Meta Quest 2.
- Sistema Operativo compatible actualmente: Android.
- 150MB de espacio libre.

## **GUIA DE INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN**

La aplicación aún no está lanzada oficialmente a las “Stores”, por lo cual se deberá realizar su instalación mediante el uso del APK (Android Application Package) utilizando cualquier método conocido para la Meta Quest 2.

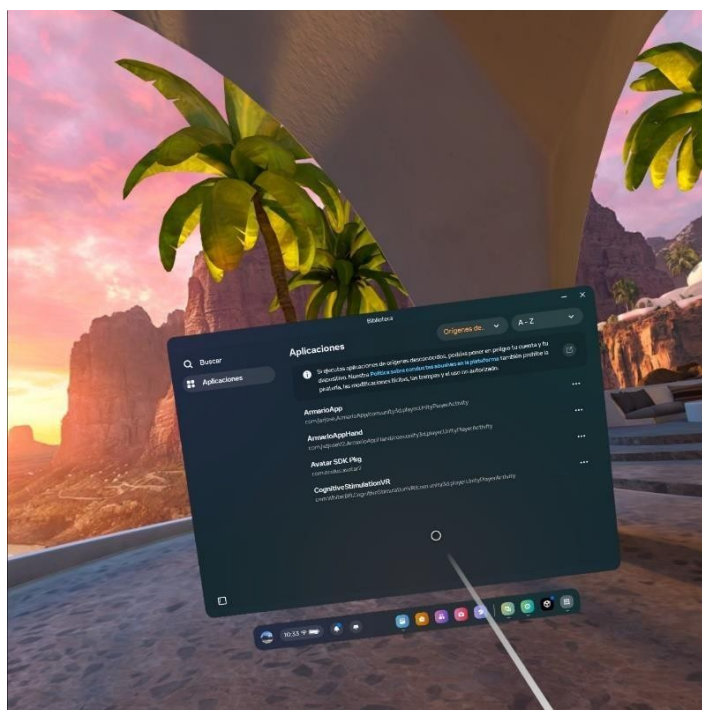
Posteriormente se realiza la configuración del espacio físico necesario para su utilización. La aplicación puede utilizarse mediante dos tipos de locomoción que son el movimiento continuo y la locomoción de desplazamiento real. En caso de usar el movimiento continuo, se puede configurar “Reducido” el espacio físico de las Meta Quest 2, en caso del desplazamiento real es necesario configurar el espacio

alrededor de 4x3 metros para su correcto funcionamiento. Para ambos tipos de locomoción es recomendable seguir los principios del uso seguro de realidad virtual que incluye espacio libre y ausencia de obstáculos.

## USO DE LA APLICACIÓN

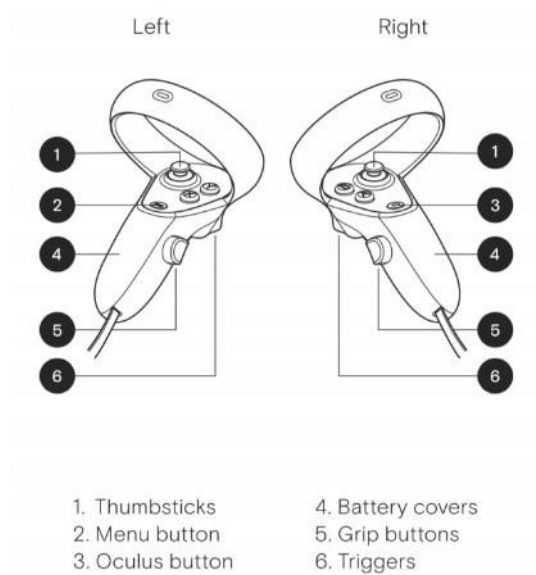
¿Cómo iniciar la aplicación?

Dado a que la aplicación no está lanzada aun oficialmente, la única forma de iniciar es filtrando las aplicaciones y seleccionando “Orígenes Desconocidos”.



Uso de controladores



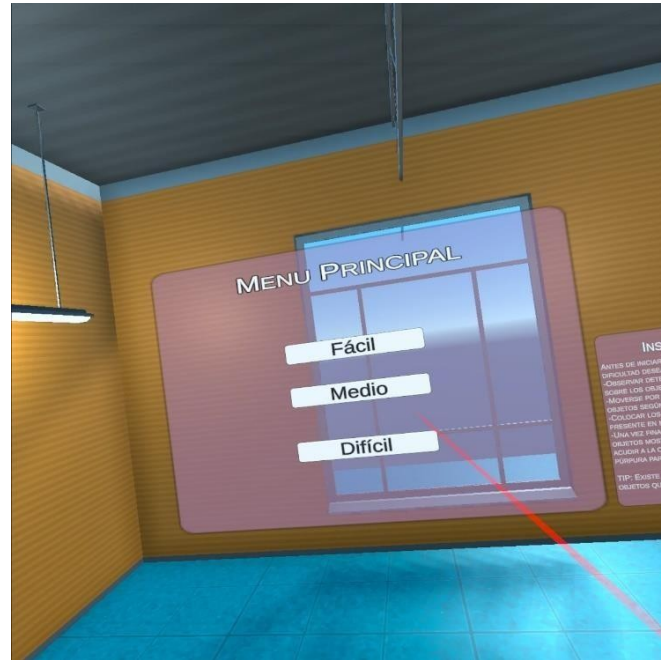


Los controladores contienen varios botones. El aplicativo utiliza los *Thumbsticks* o *Joysticks*, los *Triggers* y los *Grip Buttons* que se muestran en la imagen anterior.

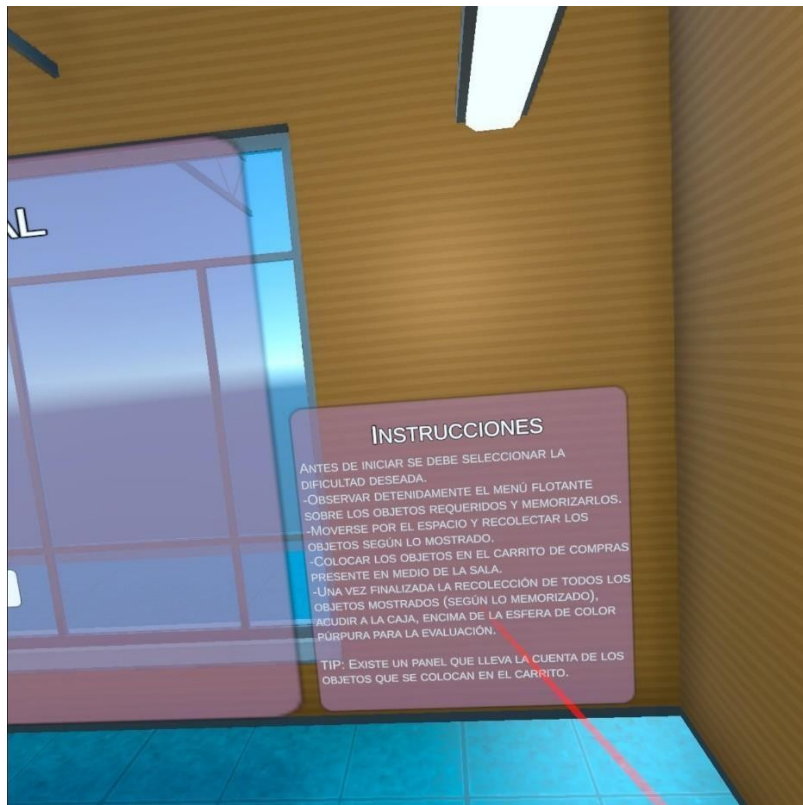
- Locomoción continua: En caso de querer utilizar la aplicación con movimiento continuo se hace uso de los *Thumbsticks* o *Joysticks* de ambos controladores, el *Joystick* de la izquierda permite el movimiento dentro del espacio mientras que el de la derecha permite la rotación de la cámara.
- Locomoción de desplazamiento real: No es necesario utilizar ningún botón de los controladores para desplazarse.
- Interacción con los menús: Para interactuar con cualquier menú interactivo de la aplicación se hace uso del controlador derecho. Este controlador muestra un “*Laser Point*” que sirve para seleccionar según lo deseado, es necesario utilizar el *Trigger* para confirmar la selección. De esta manera se puede interactuar con el menú de selección de dificultad, el menú de pago, etc.
- Interacción con objetos: Para interactuar con cualquier de los objetos que se pueden agarrar, es necesario utilizar los *Grip Buttons* de cualquier controlador, esto permite seleccionar objetos con ambas manos. Para soltar los objetos solo basta con soltar los *Grip Buttons*.

## Menús

La aplicación incluye un menú principal en dónde se selecciona la dificultad deseada.



La aplicación también incluye un panel de instrucciones en la escena del menú principal.



Tras elegir la dificultad, aparecerá un panel con la información de los objetos a memorizar, la cantidad de objetos dependerá de la dificultad seleccionada.

- Fácil: 10 objetos totales de 3 tipos diferentes
- Medio: 15 objetos totales de 4 tipos diferentes
- Difícil: 20 objetos totales de 5 tipos diferentes

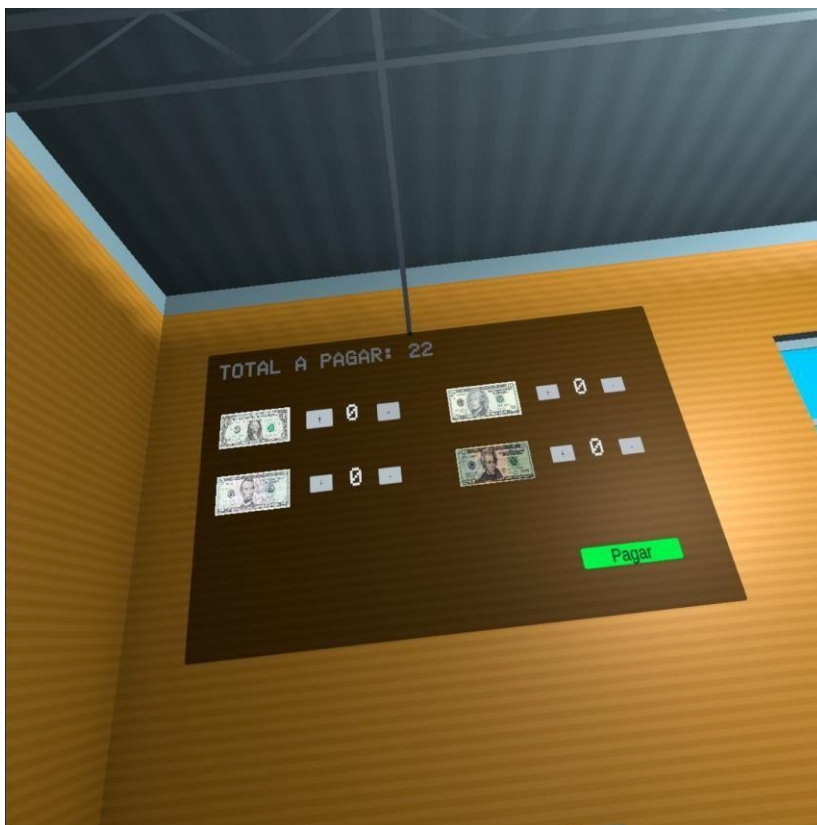
Posteriormente, se necesita acercarse a cada objeto memorizado, agarrarlo y ponerlo en el carrito de compras que se encuentra en medio de la sala. Se recomienda observar continuamente al panel de la pared que muestra el conteo de los objetos obtenidos hasta el momento para facilitar el ejercicio.



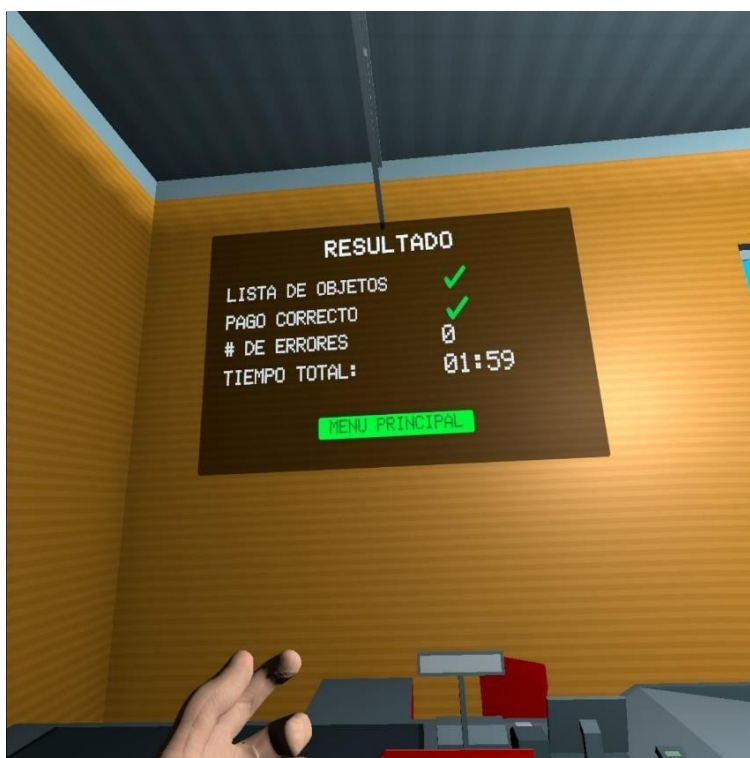
Una vez finalizado, se dirige hacia la caja registradora, se selecciona sobre el panel “Finalizar” de manera natural.



Posteriormente, se desplegará un menú con la cantidad total a pagar. Se debe seleccionar de entre los billetes la cantidad total según corresponda (Cada billete consta de dos botones que muestran los signos + y -, además de un contador para observar la cantidad de billetes seleccionados). La cantidad total por pagar debe coincidir con la cantidad seleccionada de manera gráfica para aprobar este apartado.



Finalmente, después de seleccionar “Pagar”, aparecerá el último panel con los resultados del ejercicio y una opción para regresar al menú principal.



### **PROCEDIMIENTO POR SEGUIR EN CASO DE FALLOS**

En caso de cualquier tipo de fallo en la aplicación, se recomienda reiniciar.