

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA  
SANTIAGO - CHILE



“AVANCES EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA:  
DETECCIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE UTILIZANDO  
REALIDAD VIRTUAL PARA APOYAR A ESTUDIANTES DE  
PRIMER AÑO”

BENJAMÍN BELLO GAMBOA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: Leonardo Madariaga Bravo  
Profesor Correferente: Liubov Dombrovskaia

Octubre - 2024

**DEDICATORIA**  
Para el mundo.

## AGRADECIMIENTOS

Imposible no comenzar mencionando a mi madre, Carolina Gamboa, quien me ha apoyado siempre y que no hay minuto en que en mí no confíe.

Hernán Gamboa, mi tío, por su rol de padrino y de padre.

Isabel Figueroa, mi abuela y segunda madre, por su cariño, cuidado y buenos deseos hacia mi persona.

Miguel Cortés, por su apoyo, sus sabios consejos y por siempre levantarme el ánimo cuando lo necesité.

Alejandro Moyano, mi compañero y amigo de casi toda la carrera, que aparte ayudarme en gran parte de este trayecto, me ayudó en el testing con usuarios de este trabajo.

Alberto Henríquez, mi tío, por además de siempre tener un trato de confianza hacia mi y sacarme una carcajada, por darme la oportunidad de trabajar con él y poder concluir mi práctica profesional.

Leonardo Madariaga, mi profesor guía, que de él surge la idea de este proyecto y que gracias a él pude llegar a esta instancia. Gracias por sus consejos, correcciones, exigencias y por su simpatía.

A modo general, a todo aquél que me deseó bien, a mi familia, a “AndersCorp”, y a todos los que pude conocer en la universidad y que tanto me ayudaron y me subieron el ánimo: Muchas gracias.

## RESUMEN

**Resumen**— Esta memoria aborda la desmotivación de los estudiantes de primer año universitario, un problema que se vincula con los estilos de aprendizaje y que puede afectar negativamente su rendimiento académico. A partir del modelo de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman, se desarrolló “StylePath VR”, una aplicación de realidad virtual diseñada para apoyar la detección de estilos de aprendizaje, donde sólo se enfocó en la dimensión Visual vs. Verbal. La aplicación, desarrollada en Unity, ofrece una experiencia inmersiva que busca no solo identificar estos estilos, sino también mejorar la motivación de los estudiantes a través de su implementación en el futuro. Los resultados obtenidos a través de un test con usuarios fueron favorables, aunque insuficientes para conclusiones definitivas, destacando la necesidad de futuras mejoras y pruebas adicionales para validar su eficacia. Este trabajo señala la importancia del aprendizaje personalizado y de promover un enfoque educativo centrado en el estudiante.

**Palabras Clave**— Estilos de Aprendizaje; Realidad Virtual; Educación

## ABSTRACT

**Abstract**— This thesis addresses the demotivation of first-year university students, a problem linked to learning styles that can negatively affect their academic performance. Using the Felder-Silverman learning styles model, “StylePath VR”, a virtual reality application, was developed to support the detection of learning styles, focusing specifically on the Visual vs. Verbal dimension. Developed in Unity, the application offers an immersive experience that aims not only to identify these styles but also to enhance students’ motivation through its future implementation. The results from a user test were promising, though not sufficient for definitive conclusions, highlighting the need for further improvements and additional tests to validate its effectiveness. This work underscores the importance of personalized learning and promoting a student-centered educational approach.

**Keywords**— Learning Styles; Virtual Reality; Education

## GLOSARIO

**Asset:** Recurso digital utilizado en el desarrollo de un proyecto de software, como un videojuego o una aplicación.

**Bug:** Error o fallo en el código de un programa que causa un comportamiento inesperado o incorrecto.

**C#:** Lenguaje de programación multiplataforma y de uso general dentro del ecosistema .NET. Combinando principios orientados a objetos con características de programación funcional [Wagner, 2024].

**Script:** Archivo que contiene un conjunto de comandos o instrucciones que pueden ser ejecutados por un intérprete o un entorno de ejecución específico.

**SDK:** *Software development kit*. Kit de desarrollo de software.

**Unity:** Motor de videojuegos y plataforma de desarrollo que permite crear, publicar y monetizar experiencias interactivas en 2D, 3D, realidad virtual y aumentada.

**UTFSM/USM:** Universidad Técnica Federico Santa María.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	IV
ABSTRACT	IV
GLOSARIO	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN	<b>1</b>
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	<b>2</b>
1.1 El ingreso a la universidad . . . . .	2
1.2 Un problema oculto . . . . .	8
1.3 Marco de estudio . . . . .	11
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	<b>12</b>
2.1 Estilos de Aprendizaje . . . . .	12
2.1.1 Modelo VARK . . . . .	12
2.1.2 Modelo de Kolb . . . . .	13
2.1.3 Modelo de Felder-Silverman . . . . .	16
2.1.4 Estilos de aprendizaje y motivación . . . . .	17
2.1.5 Críticas a la teoría . . . . .	18
2.2 Realidad Virtual (VR) . . . . .	19
2.3 Propuestas relacionadas . . . . .	21
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	<b>23</b>
3.1 Colaboración con Psicología . . . . .	23
3.2 Elección y alcance del modelo . . . . .	23
3.3 Descripción esperada de solución . . . . .	24
3.4 Posibles soluciones . . . . .	24
3.4.1 Experiencia tipo cuestionario . . . . .	25
3.4.2 Videojuego de desafíos y decisiones . . . . .	26
3.5 Tecnología de desarrollo . . . . .	26
3.6 Ambientación . . . . .	27
3.7 Escenarios, desafíos y funcionalidades . . . . .	27
3.7.1 Laberintos . . . . .	27
3.7.2 Ordenar la sala . . . . .	28
3.7.3 Ingresar la clave . . . . .	29
3.8 Metodología de trabajo . . . . .	30
3.9 Desarrollo de la solución . . . . .	31
3.9.1 Inicio del proyecto en Unity . . . . .	31

3.9.2	El personaje . . . . .	31
3.9.3	Cronómetro global . . . . .	32
3.9.4	Escenarios principales . . . . .	33
3.9.5	Escenarios secundarios . . . . .	46
3.9.6	Funcionalidades secundarias y detalles . . . . .	49
<b>CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN</b>		<b>53</b>
4.1	Nombre de la aplicación . . . . .	53
4.2	Resultados esperados . . . . .	53
4.3	Metodología . . . . .	54
4.4	Testing preliminar . . . . .	54
4.5	Testing oficial . . . . .	55
4.6	Resultados obtenidos . . . . .	56
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES</b>		<b>68</b>
5.1	Cumplimiento de objetivos . . . . .	69
5.2	Limitaciones . . . . .	70
5.3	Trabajo futuro . . . . .	71
5.4	Reflexiones finales . . . . .	72
<b>ANEXOS</b>		<b>74</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>77</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Encuesta a estudiantes: Rango de edades y género. . . . .	5
2	Encuesta a estudiantes: Desmotivación en primer año, factores que influyen y nuevas sensaciones. . . . .	5
3	Encuesta a estudiantes: Formas en la enseñanza y relación con docentes. . .	6
4	Encuesta a estudiantes: Impacto del docente dentro del aula. . . . .	6
5	Problema explicado de forma gráfica. . . . .	10
6	Modelo de Kolb. . . . .	15
7	Ejemplo de resultado del ILS. . . . .	17
8	Lentes de realidad virtual. . . . .	20
9	Realidad Virtual, Realidad Aumentada y Realidad Mixta. . . . .	21
10	Representación artística con inteligencia artificial de la experiencia tipo cuestionario. . . . .	26
11	Ejemplo de posibles pistas visual y verbal para cada laberinto. . . . .	28
12	Ejemplo de instrucciones visual y verbal del desafío. . . . .	29
13	Ejemplo de contraseñas entregadas de forma visual y verbal. . . . .	30
14	Assets a utilizar en el proyecto. . . . .	31
15	Personaje de la experiencia. . . . .	32
16	Vista en primera persona junto a la interfaz del cronómetro en la parte superior.	33
17	Laberintos - laberintos visual y verbal observados desde arriba. . . . .	34
18	Laberintos - botón controlador de inicio de la tarea. . . . .	34
19	Laberintos - mapa del laberinto visual. . . . .	35
20	Laberintos - laberinto visual. . . . .	36
21	Laberintos - laberinto verbal. . . . .	37
22	Ordenar la sala - nueve celdas vistas desde arriba. . . . .	38
23	Ordenar la sala - diseño y agarre de objetos. . . . .	38
24	Ordenar la sala - representación gráfica de los sockets. . . . .	39
25	Ordenar la sala - fin de la experiencia. . . . .	40
26	Ordenar la sala - video explicativo. . . . .	41
27	Ingresar la clave - interfaz de prueba de teclado y pantalla. . . . .	42
28	Ingresar la clave - pulsación de teclas y visualización en pantalla. . . . .	43
29	Ingresar la clave - secuencia visual de las contraseñas. . . . .	44
30	Ingresar la clave - teclados dispuestos para contraseñas verbales. . . . .	45
31	Ingresar la clave - detalles y portal de cierre del desafío. . . . .	46
32	Escenarios tipo cuestionario. . . . .	47
33	Escenario de bienvenida. . . . .	48
34	Video de finalización de la experiencia. . . . .	49
35	Explicación de los controles. . . . .	50
36	Ejemplo de un <i>trigger</i> al comienzo del laberinto verbal que reproduce un audio del narrador al pasar por la zona. . . . .	51
37	<i>Skybox</i> por defecto vs. el implementado. . . . .	51
38	Menú principal de la experiencia. . . . .	55
39	Test oficial con usuario real y moderador dentro de Laboratorio UX. . . . .	56

40	Preguntas sobre los controles e indicaciones del narrador. . . . .	57
41	Niveles de diversión, inmersión y atractivo visual percibidos por los usuarios. . . . .	58
42	Dificultad de entendimiento de los escenarios principales. . . . .	59

## ÍNDICE DE TABLAS

1	Interrogantes y sus posibles respuestas en escenarios tipo cuestionario. . . . .	47
2	Factores que influyen en asignación de puntaje para desafíos de StylePath VR. . . . .	62
3	Tendencia hacia dimensión específica dependiendo de diferencia de puntaje, en base a análisis del jugador en StylePath VR. . . . .	62
4	Tendencia hacia dimensión específica dependiendo de diferencia de puntaje, en base a cuestionario respondido por estudiantes. . . . .	63
5	Perfil de aprendizaje, en dimensión visual vs. verbal, analizado de los estudiantes en base a StylePath VR. . . . .	63
6	Perfil de aprendizaje, en dimensión visual vs. verbal, analizado de los estudiantes en base a cuestionario. . . . .	64
7	Comparativa de estilo de aprendizaje obtenido en StylePath VR y cuestionario. . . . .	65
8	Estudiantes participantes del test. . . . .	74
9	Preguntas visual vs. verbal del cuestionario post StylePath VR. . . . .	75
10	Perfil de aprendizaje, en dimensión visual vs. verbal, analizado en detalle de los estudiantes en base a StylePath VR. . . . .	76

## INTRODUCCIÓN

La transición del colegio a la universidad representa un desafío significativo para los estudiantes de primer año. Este cambio abrupto a un entorno académico más exigente y desconocido puede afectar su motivación, un factor crítico que es capaz de influir directamente en el rendimiento académico. Existe un consenso general respecto a cómo la motivación está estrechamente relacionada con el éxito académico; sin embargo, esta motivación puede verse comprometida cuando los estudiantes enfrentan dificultades de adaptación y mayores exigencias en su nuevo entorno.

Uno de los factores que puede impactar la motivación es la falta de consideración de los estilos de aprendizaje en las aulas universitarias. Los estilos de aprendizaje, que reflejan las preferencias y fortalezas de los estudiantes en cuanto a cómo absorben y procesan la información, se postula como un componente importante en el proceso educativo. Sin embargo, en muchos casos, estos estilos no son tenidos en cuenta, lo que podría conducir a una desmotivación significativa.

El objetivo central de esta memoria radica en desarrollar una herramienta que posibilite la detección de estilos de aprendizaje en estudiantes de primer año con el propósito de que, con su implementación, se pueda mejorar su motivación y, en consecuencia, su rendimiento académico. Para abordar este problema, se propone la creación de una aplicación de realidad virtual, "StylePath VR", diseñada específicamente para apoyar la detección de estos estilos de aprendizaje.

El desarrollo de esta aplicación se llevó a cabo en el motor de videojuegos Unity y tomando como guía el modelo de Felder-Silverman, específicamente la dimensión Visual vs. Verbal de dicho modelo. También, se trabajó en conjunto con un psicólogo el cual actuó como cliente, donde se utilizó una metodología tipo Scrum. Posteriormente, se realizó un test de usuario con nueve estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María, Campus San Joaquín, cuyos resultados fueron positivos, pero no concluyentes para formular afirmaciones definitivas. Estas pruebas iniciales proporcionaron un primer acercamiento prometedor, pero también revelaron áreas de mejora y la necesidad de realizar nuevas iteraciones y pruebas.

Esta memoria está estructurada de la siguiente manera: En el capítulo 1, se define el problema y se discuten las dificultades que enfrentan los estudiantes en su primer año universitario. El capítulo 2 presenta el marco teórico, abordando la teoría de estilos de aprendizaje, algunos modelos relacionados, su relación con la motivación de los estudiantes, y sus críticas. Además, en el capítulo se habla concisamente sobre la realidad virtual, sobre su historia, características y el por qué de su utilización. En el capítulo 3, se detalla la propuesta de solución, incluyendo todo el desarrollo de StylePath VR, desde las ideas hasta la construcción de la primera versión. Los resultados de las pruebas de usuario se exponen en el capítulo 4, seguidos de las conclusiones y reflexiones finales en el capítulo 5.

## CAPÍTULO 1

### DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. El ingreso a la universidad

La transición de la educación media a la universidad implica un cambio sustancial para los estudiantes tanto en aspectos educativos como sociales. No se limita solo a un incremento en la complejidad del contenido académico, también conlleva el desafío de adaptarse a un entorno educativo nuevo y a métodos de aprendizaje distintos [Silva, 2011, Martinic y Urzúa, 2021]. En el contexto de las universidades chilenas, y en general en el ámbito de la educación superior, este escenario puede resultar en dificultades para los estudiantes durante su primer año, dificultades que se hacen notar al observar la alta tasa de deserción universitaria en este período a través de los años [SIES, 2023]. Estas circunstancias no solo son indicativas de los retos que enfrentan los estudiantes en su progresión académica, sino que también subrayan la importancia de abordar aspectos clave como la motivación y el compromiso estudiantil [González Castro *et al.*, 2021, Sánchez y Pina, 2011].

Factores como la adaptación al nivel de complejidad en la universidad, la formación de hábitos de estudio efectivos, la comprensión de contenidos más avanzados, o el equilibrio entre diversas asignaturas, son elementos que evidentemente pueden influir en un buen o mal desempeño académico [Castillo Sánchez *et al.*, 2020]. Sin embargo, para el presente trabajo, se hará hincapié en el concepto de **motivación** y cómo este también influye de manera directa en los estudiantes [Cardozo, 2008].

En este contexto, se abordará la motivación según la definición proporcionada en el artículo de Picó Lozano (2014), donde se conceptualiza la motivación como *el interés que tiene el alumno por su propio aprendizaje o por las actividades que le conducen a él*. Esta definición resulta pertinente para el enfoque de esta memoria, ya que se alinea estrechamente con el ámbito educativo, que constituye el eje central de la investigación. La elección de esta definición destaca la importancia del interés y la participación activa del estudiante en su proceso educativo, aspectos esenciales para comprender y mejorar la dinámica de aprendizaje en el entorno académico.

La motivación desempeña un papel fundamental en el rendimiento académico de los estudiantes, ya que actúa como el motor que impulsa su compromiso y esfuerzo en el proceso de aprendizaje [Sánchez y Pina, 2011]. Cuando los estudiantes están intrínsecamente motivados, es decir, cuando encuentran un interés genuino en el tema que están estudiando, tienden a mostrar un mayor compromiso con sus tareas y un deseo de superarse. Esta motivación interna no solo fomenta un aprendizaje más profundo y significativo, sino que también les permite mantener la persistencia frente a los desafíos académicos [Tohidi y Jabbari, 2012]. En el caso opuesto, la falta de motivación puede tener un impacto negativo en el rendimiento académico, ya que los estudiantes pueden perder interés en sus estudios, procrastinar y

experimentar dificultades para concentrarse [Picó Lozano, 2014].

Antes de entrar en una discusión más profunda, es preciso brindar cierto contexto para entender en qué situación se encuentran los estudiantes en el primer año, y para ello es imposible no mencionar el cambio radical que conlleva el paso escolar al mundo universitario [Martinic y Urzúa, 2021]. Este momento, el cual marca un hito decisivo en la vida de un estudiante, es una de las etapas más desafiantes puesto que implica una serie de cambios tan notables y donde muchas veces no se le toma el peso sobre cómo desaparece, de forma tan repentina, el día a día que se experimentaba hace unos cuantos meses.

En el colegio, la estructura es más rígida, con horarios fijos y asignaturas obligatorias, mientras que en la universidad hay una mayor flexibilidad en la elección de clases y horarios, permitiendo a los estudiantes explorar una variedad de materias. Las clases en el colegio tienden a ser más pequeñas, con una atención más personalizada por parte de los profesores, en comparación con las clases más grandes y la menor interacción individual en la universidad. Además, en el colegio se espera una supervisión más estrecha y se guía de cerca a los estudiantes, mientras que en la universidad se fomenta la independencia y se espera que los estudiantes asuman la responsabilidad de gestionar su tiempo y estudios [Martinic y Urzúa, 2021]. Socialmente, el colegio promueve una comunidad estudiantil más unida y una variedad de actividades extracurriculares, mientras que en la universidad hay una mayor diversidad de personas y actividades, permitiendo a los estudiantes explorar intereses más específicos y formar conexiones con personas de diferentes orígenes y culturas. Otra distinción importante es la familiaridad que se establece con los profesores y compañeros a lo largo de varios años en el colegio. Muchas veces, los estudiantes tienen la oportunidad de tener a los mismos profesores durante varios años, lo que crea un ambiente de confianza y entendimiento mutuo. Asimismo, al compartir clases con los mismos compañeros durante varios años, se forjan lazos sólidos de amistad y se desarrolla un sentido de comunidad entre los estudiantes. Esta continuidad en las relaciones tanto con los profesores como con los compañeros es una característica distintiva del colegio que puede influir en la experiencia educativa y social de los estudiantes [Wentzel *et al.*, 2018, Castillo Sánchez *et al.*, 2020]. Por otro lado, en la universidad, la interacción con los profesores y compañeros tiende a ser más efímera, ya que las asignaturas, en general, cambian cada semestre y los estudiantes pueden tener una variedad de compañeros en cada curso.

Si bien se podría brindar mayor detalle en la comparativa, el objetivo principal es visibilizar lo que podría definirse como una especie de “polos opuestos” que existe entre ambos mundos. Por un lado, el colegio, se observa un lugar donde todo pareciera ser más estable, homogéneo, continuo, cómodo y **personalizado**, mientras que por el otro extremo, la universidad representa un concepto más volátil, individualista, autónomo, dinámico y desafiante [Martinic y Urzúa, 2021].

Cuando se manifiesta que los primeros años de universidad son difíciles y que no es raro que los estudiantes reprueben ciertos cursos, se tiende a hacer énfasis en la mayor dificultad y exigencia que conlleva la educación superior. Efectivamente, no se debería poner en duda la mayor carga que conlleva este nuevo proceso, pero ¿Son la dificultad y la exigencia las

únicas causas de un bajo rendimiento? Anteriormente se destacó el concepto de “personalizado” cuando se hacía referencia a la etapa escolar, este concepto es esencial para comprender lo que sigue más adelante. Al hablar de personalización educativa, se quiere hacer referencia a un enfoque pedagógico centrado en las necesidades y características individuales de cada estudiante [Shemshack y Spector, 2020]. En el contexto escolar, este enfoque se materializa de varias maneras. En primer lugar, se observa una atención más cercana por parte de los docentes, quienes conocen a sus alumnos de manera más íntima, identificando sus fortalezas, debilidades e intereses. Esto permite adaptar la enseñanza y los recursos de manera específica para cada estudiante, fomentando un aprendizaje más efectivo. En la educación superior, el concepto de personalización puede ser considerado como deficiente o directamente ausente, en marcado contraste con la experiencia en la escuela secundaria [Murray, 2017][Institute, 2018].

Continuando el párrafo previo, es imposible no hacer énfasis sobre el papel que tiene el docente y su influencia respecto a la motivación de sus alumnos, influencia que puede ser tanto negativa como positiva [Ekmekci y Serrano, 2022]. Un aula con una buena relación profesor-estudiante, es decir, una relación de confianza, de respeto mutuo, donde exista una “conexión” emocional, crea un entorno de aprendizaje positivo y motivador [Zhou, 2021]. Los profesores que establecen un buen vínculo con sus alumnos tienden a aumentar la participación y el compromiso académico, lo que a su vez puede mejorar el rendimiento en el aula. Además, los profesores que son capaces de adaptar sus métodos de enseñanza para alinearlos con las necesidades individuales de los estudiantes pueden aumentar significativamente la motivación intrínseca de los mismos. Estas prácticas no solo ayudan a los estudiantes a sentirse más involucrados en el proceso de aprendizaje, sino que también potencian su sentido de logro y satisfacción académica [Zhou, 2021]. Por lo tanto, el pasar de un ambiente con relaciones cercanas a uno con interacciones más impersonales y transitorias, es un gran factor a tener en cuenta si se quiere indagar el por qué existe baja motivación en las aulas universitarias, sobre todo en el primer año.

Dicho lo anterior, claro está que este cambio de paradigma puede ser abrupto, afectando a los estudiantes de diversas maneras. Algunos pueden adaptarse rápidamente, mientras que otros luchan con la transición [Martinic y Urzúa, 2021]. El problema se agrava para aquellos a quienes este cambio afecta profundamente, disminuyendo su motivación, afectando su rendimiento académico, o en casos más extremos, llevando a la deserción universitaria [Universia, 2021]. Con el tiempo, es posible que los estudiantes se adapten al cambio, pero este ajuste puede venir con costos, como retrasos académicos o problemas de salud mental [Antúnez y Vinet, 2013]. La pregunta es ¿Se deberían aceptar estos costos como parte del proceso educativo, o buscar formas de mitigarlos?

Para visualizar y evidenciar todo lo descrito, el 11 de abril del 2024 se realiza una encuesta de nueve preguntas y de carácter anónima en la que participaron 26 estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM/USM), donde el objetivo era poder conocer sus pensamientos o percepciones que tuvieron en el primer año de universidad:

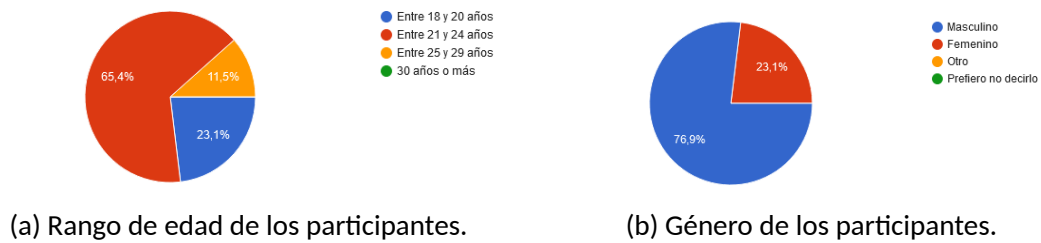
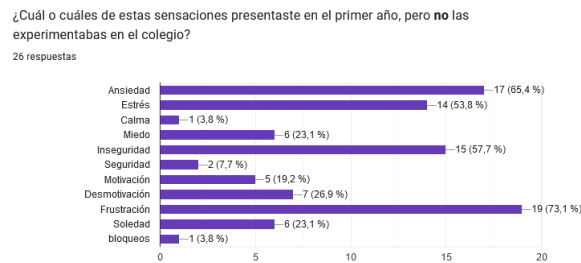
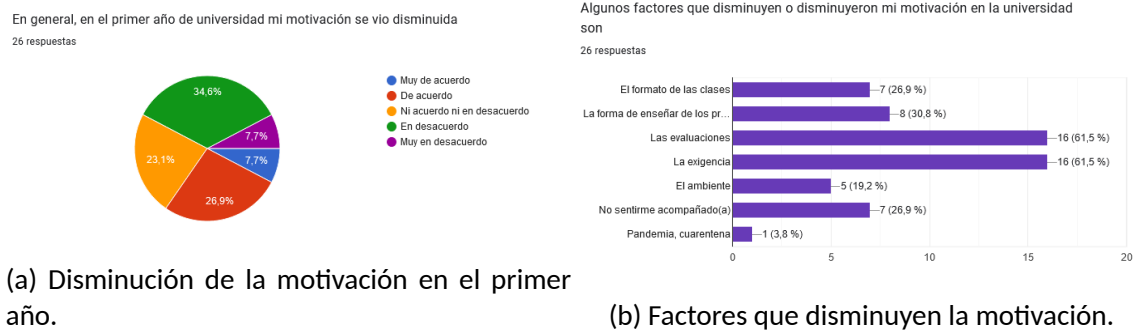


Figura 1: Encuesta a estudiantes: Rango de edades y género.  
Fuente: Elaboración propia.

En este universo de respuestas, al rededor del 65 % son estudiantes entre 21 y 24 años, donde la mayoría (>75 %) son del género masculino.



(c) Nuevas sensaciones en la universidad.

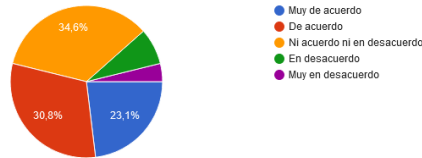
Figura 2: Encuesta a estudiantes: Desmotivación en primer año, factores que influyen y nuevas sensaciones.

Fuente: Elaboración propia.

En forma general, se observa que un poco más de un tercio de los estudiantes sintió disminuida su motivación el primer año, donde algunos de los factores que la disminuyen o disminuyeron son la exigencia (16), las evaluaciones (16) y la forma de enseñar de los profesores (8). Por otro lado, un 42 % no siente que su motivación haya disminuido en el primer año, mientras que un 23 % no está de acuerdo ni en desacuerdo. En cuanto a las nuevas sen-

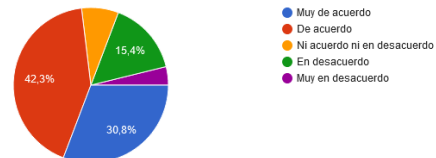
saciones dentro de la universidad, se evidencia claramente la frustración (73%), la ansiedad (65%), la inseguridad (58%), el estrés (54%) y, en quinto lugar, la desmotivación (27%). No está de más mencionar nuevas percepciones como la soledad y el miedo, las cuales no dejan de ser preocupantes.

En ramos como matemática o física, sentí que las clases no se adaptaban a mi forma preferida de aprender  
26 respuestas



(a) Enseñanza en las ciencias básicas.

Creo que el vínculo profesor-estudiante no se forma o es muy difícil de formar en la universidad (en comparación con el colegio)  
26 respuestas



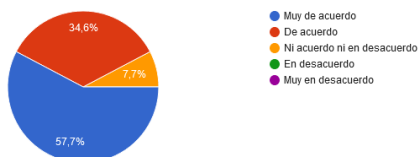
(b) Vínculo profesor-estudiante.

Figura 3: Encuesta a estudiantes: Formas en la enseñanza y relación con docentes.

Fuente: Elaboración propia.

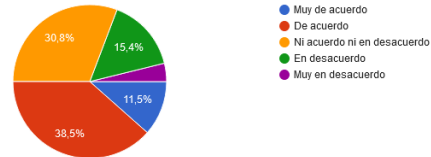
Continuando, la figura 3 se relaciona con el tema de la personalización educativa dentro de la universidad. Para el gráfico (a), más del 50% de los estudiantes sintió que las clases no se adecuaban a la forma que ellos se sentían más cómodos, mientras que sólo al rededor de un 11% experimentó lo contrario. Luego, el siguiente gráfico abarca un ámbito muy relevante que está asociado a la relación con el profesor. Aquí, un 73% no cree que sea posible, o siente que es muy difícil, formar un vínculo de cercanía con el docente de la misma dimensión a lo que se experimentaba en el colegio.

El/La profesor/a influye en mi motivación dentro de la clase  
26 respuestas



(a) Influencia del profesor en la motivación.

Cuando siento que un ramo no me gusta, es en gran medida debido a el/la profesor/a  
26 respuestas



(b) Profesor como causa en disgusto del ramo.

Figura 4: Encuesta a estudiantes: Impacto del docente dentro del aula.

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar con la encuesta, se pregunta a los estudiantes qué tanto influye el profesor en su motivación, y cómo este influye en la percepción, negativa en este caso, que poseen sobre el ramo. Casi la totalidad está de acuerdo en que el profesor influye en su motivación dentro del aula (92%). Por último, la mitad de los encuestados afirma que, cuando un ramo

les disgusta, es en gran medida debido al docente, mientras que menos de una quinta parte no piensa de esa manera.

Los resultados de la encuesta revelan claramente las dificultades percibidas por los estudiantes en relación con la motivación, la personalización de la educación y las diferencias notables con sus experiencias previas en el colegio. Aunque el número de respuestas es limitado, la consistencia de las preocupaciones expresadas es suficiente para confirmar que los problemas identificados no son casos aislados, sino que reflejan una tendencia más amplia que afecta significativamente la experiencia educativa universitaria. Esta situación resalta la necesidad de adoptar un enfoque más centrado en el estudiante, que no solo reconozca sus necesidades individuales, sino que también busque activamente formas de adaptar el entorno educativo para hacerlo más acogedor y efectivo hacia aquellos que recién están ingresando.

Con el fin de tener una visión más amplia sobre el tema, entre el 8 y el 12 de abril de 2024 se realizaron reuniones con dos profesores y un funcionario, también de la USM, para conversar sobre el tema de la desmotivación en los alumnos de primer año. Respecto a los profesores, uno imparte el ramo de matemática, mientras que el otro dicta ramos ligados a las humanidades; ambos tienen la oportunidad de realizar clases a estudiantes de primer año en adelante. En cuanto al funcionario, es el director del Centro Integrado de Aprendizaje en Ciencias Básicas (CIAC), un programa de apoyo académico para estudiantes recién ingresados, con instalaciones dedicadas dentro de la universidad, y que cuenta con personal y tutores capacitados para ir en ayuda de los alumnos con dificultades en su aprendizaje.

Las entrevistas fueron semi estructuradas, donde varias preguntas surgían en el acto, pero también habían otras ya preparadas. Algunas de las preguntas comunes fueron:

- ¿Cómo observa a los estudiantes de primer año en cuanto a su motivación?
- Respecto al ambiente que los estudiantes tenían en el colegio (amigos, profesores, notas, etc.) ¿Cree que esa ruptura haya afectado a más de un estudiante en su motivación?
- ¿Cree que hace falta una mayor personalización en la educación universitaria?
- ¿Está de acuerdo en que la falta de personalización en la educación contribuye en desmotivar a los estudiantes?
- ¿Cuál es su opinión respecto a la creación de una herramienta que ayude a los profesores a personalizar mejor sus clases?

Resumiendo y tratando de agrupar las respuestas entregadas, los entrevistados, si bien han observado una clara desmotivación en los alumnos recién ingresados, no pueden hablar de una generalidad ni de una mayoría. Indican que la afectación no es para todos por igual, ya que existen demasiadas realidades que pueden influir más a unos que a otros, no obstante,

sí concuerdan en que el abrupto cambio de paradigma del colegio a la universidad es algo en lo que rara vez se está preparado y que definitivamente puede afectar negativamente a más de uno. Comentan, además, que la desmotivación de los alumnos aumenta considerablemente después de las primeras evaluaciones, ya que es allí donde estos entienden de mejor forma la exigencia y complejidad de la universidad en comparación con el colegio. Por otro lado, mencionan que el tema de la personalización de la educación sin duda afecta la motivación de los estudiantes, no obstante aclaran que es un tema complejo, esto debido a que son bastantes alumnos por clase, y también a que los ramos son semestrales, por lo que deben hacer esfuerzos en encontrar una forma óptima y rápida de atender las necesidades educativas de todos. Por último, respecto a la creación de una herramienta tecnológica, indican que este tipo de iniciativas siempre serán bien recibidas por los departamentos de la universidad, ya que van en apoyo no solo de los profesores, sino también de los estudiantes, que son los protagonistas de todo esto.

Las entrevistas complementan las percepciones recogidas en la encuesta a los estudiantes, destacando la conciencia de los profesores sobre la desmotivación de sus alumnos y los retos asociados al tránsito hacia la educación superior. Además, se reconoce que, aunque los docentes entienden el impacto positivo de la personalización educativa, enfrentan limitaciones significativas que dificultan su implementación efectiva. Este contexto propició la última pregunta de la entrevista, que puso de manifiesto la necesidad percibida entre los educadores de contar con herramientas que les permitan personalizar más eficazmente sus clases.

## 1.2. Un problema oculto

La sección previa abordó el tema de la disminución de la motivación en los primeros años de la universidad y cómo esto puede afectar en ámbitos como el rendimiento académico. Sin embargo, identificar las causas subyacentes de esta baja en la motivación es difícil, no hay una única explicación aplicable a todos los casos debido a la amplia gama de variables involucradas, variables que pueden estar relacionadas con el docente, expectativas del alumno, su interés, entre otras [González Castro *et al.*, 2021, Pantziara y Philippou, 2015]. A pesar de esta complejidad, se debe prestar atención a un elemento bastante relacionado con la personalización educativa, y a menudo subestimado en el ámbito educativo que sería fundamental para fomentar la motivación estudiantil y, en consecuencia, para elevar su rendimiento académico: los **Estilos de Aprendizaje**.

La dinámica del aula universitaria implica siempre una interacción entre dos actores clave: el docente, con su metodología de enseñanza particular, y el estudiante, con su forma preferida de aprender. Estas afinidades en el aprender son reconocidas como “Estilos de Aprendizaje”, un término que encapsula las tendencias individuales en el proceso educativo. Aunque hay varios modelos y definiciones, una de las más aceptadas describe los estilos de aprendizaje como *características cognitivas, afectivas y fisiológicas que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los aprendices perciben, interactúan y responden a sus entornos de aprendizaje* [Keefe, 1987].

Los estilos de aprendizaje desempeñarían un papel determinante en el contexto académico, considerando que las aulas son los principales centros donde se gesta la adquisición del conocimiento. Diversas investigaciones han establecido una relación significativa entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento estudiantil, evidenciando cómo una educación que se ajusta a las preferencias individuales puede tener efectos positivos notables. Además de potenciar la motivación [Mosquera, 2012], una enseñanza personalizada que respeta los estilos de aprendizaje individuales podría conducir a una mejora sustancial en el desempeño académico [García, 2018]. Este enfoque personalizado podría ayudar a los estudiantes a conectar mejor con el material, promover un compromiso más profundo con el aprendizaje y, como resultado, mejorar la retención y aplicación del conocimiento. Tales beneficios apuntan hacia una pedagogía más inclusiva y diferenciada que puede satisfacer de manera más efectiva las necesidades educativas diversas de la población estudiantil.

A pesar de la evidencia, la estructura de la educación universitaria permanece rígida, relegando a los estudiantes a un papel pasivo en su mayoría. La transición de la personalización del colegio a la uniformidad de la universidad, con su alta demanda y complejidad, puede ser un elemento desalentador.

La disminución en la motivación y el rendimiento puede desencadenar efectos perjudiciales en la salud mental de los estudiantes, lo que a menudo conduce a retrasos en sus estudios o incluso al abandono de la carrera [Gálvez, 2022]. La tendencia de disminución en la motivación estudiantil resalta la necesidad de nuevas estrategias pedagógicas que fomenten la participación. Por ejemplo, la metodología activa, aula invertida y la inclusión del concepto de gamificación, se vuelven cada vez más populares entre las formas de educar puesto que rompen el esquema actual [Lara y Gómez, 2020]. Sin embargo, cualquier innovación educativa debería ser precedida por una comprensión profunda de los estudiantes, sus preferencias y necesidades de aprendizaje, para garantizar que los cambios beneficien a todos y no solo a unos pocos. El conocimiento de los estilos de aprendizaje sería crucial en este proceso, ya que ofrecería las claves para desbloquear una motivación más profunda y un aprendizaje más efectivo.

Para sintetizar lo mencionado hasta el momento, la figura 5 representa una explicación gráfica sobre el problema definido, donde la rama roja se refiere a lo que abordará esta memoria. Como se observa, entre las diversas causas que tiene un bajo rendimiento académico, se encuentra que una de ellas es una motivación deficiente. A su vez, la desmotivación también posee diversos motivos, donde se plantea que uno de ellos es la ausencia de considerar los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Este trabajo se centrará en la rama roja debido a que se requiere entregar a las instituciones nuevos elementos y herramientas que permitan comprender mejor a los estudiantes, para que de esta forma logren ampliar su visión sobre qué factores pueden afectarlos emocionalmente y, por consiguiente, impactar de manera positiva (o negativa) en su rendimiento académico.

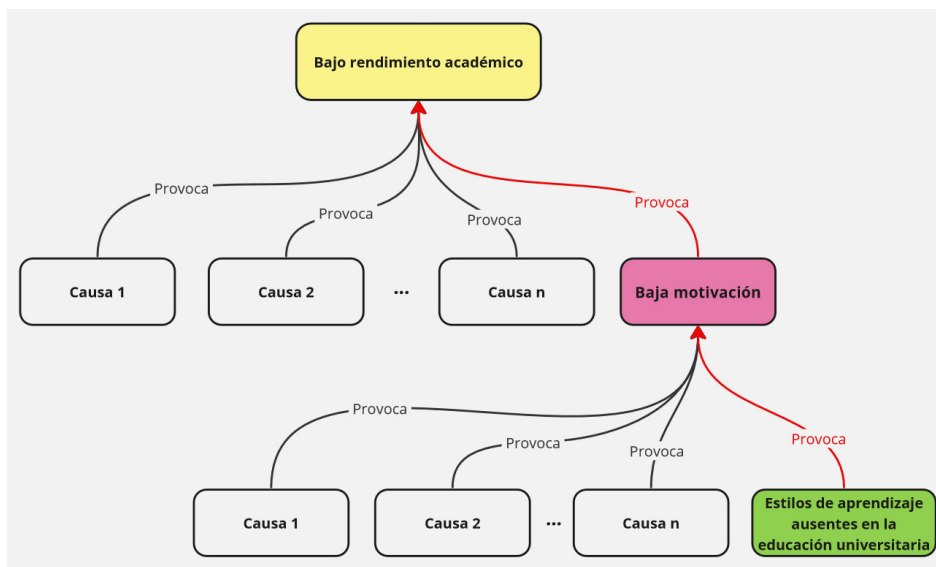


Figura 5: Problema explicado de forma gráfica.  
Fuente: Elaboración de propia.

Entendido todo lo anterior, surge la interrogante sobre qué es lo que se propone para solucionar este problema, problema el cual no involucra a una sola institución, sino que a todo un sistema educativo.

El hecho de modificar todo un modelo que ha permanecido por tantos años no puede estar a cargo de un solo individuo, por lo que la solución no puede ir por aquella dirección. Se podría presentar una propuesta de cambio al modelo educativo actual, pero aquello requiere un estudio arduo que fácilmente puede demorar años en ser descrito y muchos más en ser implementado, sin mencionar que la temática de las soluciones se alejan de las competencias que pretende abarcar esta memoria. Por lo tanto, es necesario atacar el problema de forma **indirecta**.

El objetivo central de este trabajo es **desarrollar una herramienta innovadora diseñada para identificar los estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios**, la cual si bien podría ser aplicada en estudiantes de cualquier nivel, está destinada especialmente para ayudar a los que se encuentran en primer año, que es de las etapas más difíciles, de tal forma que la información recolectada de cada uno pueda ser entregada a los profesores de cada asignatura para que puedan tener una mejor idea sobre cómo adaptar mejor sus clases en función de los perfiles de los alumnos. Además, su valor se incrementa al considerar futuras reformas educativas, donde si los modelos educativos evolucionan para integrar los estilos de aprendizaje de manera más efectiva, la existencia de herramientas como la propuesta puede ser de gran apoyo para facilitar y ayudar en esta transición.

La identificación de los estilos de aprendizaje tradicionalmente se ha realizado a través de cuestionarios, donde las personas responden a una serie de preguntas diseñadas para revelar sus preferencias y métodos de aprendizaje [Cué et al., 2009]. Sin embargo, esta técnica, a

pesar de ser ampliamente utilizada, ha sido objeto de críticas debido a su naturaleza monótona y al tedio que genera [Feldman *et al.*, 2015]. En respuesta a estas limitaciones y aprovechando los avances tecnológicos, han surgido nuevos métodos como la detección mediante redes neuronales [Villaverde *et al.*, 2006], algoritmos de *Naive Bayes* [Feldman *et al.*, 2014], y la utilización de videojuegos como apoyo [Cooley, 2015].

Como se puede observar, en los últimos años han habido diversos avances en cuanto a conectar el aspecto de los estilos de aprendizaje con el uso de nuevas realidades tecnológicas. Sin embargo, existe una tecnología que cada vez marca más tendencia en categorías como videojuegos y relaciones sociales [Tayal *et al.*, 2022], pero que al parecer no se ha tomado muy en cuenta a la hora de proponer soluciones para ayudar a la detección de dichos estilos, hablamos de la **Realidad Virtual**. En base a los beneficios que la realidad virtual puede aportar tanto en contextos lúdicos como no lúdicos, como por ejemplo la inmersión [Hussein y Nätterdal, 2015], y dada la creciente popularidad que ha tenido a través de los años, se propone una solución de **carácter exploratoria** que posibilite la detección de estilos de aprendizaje en estudiantes utilizando esta herramienta.

### 1.3. Marco de estudio

Como ya se hacía vislumbrar al momento de mencionar la encuesta, para llevar a cabo este documento, el estudio, el desarrollo de la solución y el futuro test de la misma será tomando en cuenta el ambiente dentro de la USM. Esto significa que, al momento de analizar los datos y presentar las respectivas conclusiones, no debe perderse de vista que todo el trabajo fue realizado en un contexto donde predomina la ciencia, la tecnología y, por sobre todo, las carreras de ingeniería.

## CAPÍTULO 2

### MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1. Estilos de Aprendizaje

La idea de que los individuos tienen modos preferentes y diferenciados de aprender ha sido un tema de interés y debate durante décadas [Farid y Abbasi, 2014]. Estas preferencias son vistas como indicadores de cómo las personas (estudiantes en este caso) pueden maximizar su proceso de aprendizaje, adaptando las metodologías y estrategias de enseñanza a sus necesidades individuales.

El concepto de estilos de aprendizaje no surgió hasta después de los años 60, donde antes de aquella época se utilizaba el término de “estilos cognitivos”, ligado fuertemente a la teoría cognitiva [Sánchez *et al.*, 2016]. Luego, en un contexto paralelo al avance en el entendimiento de los estilos cognitivos, surgió un creciente interés entre educadores e investigadores hacia una noción novedosa relacionada con los métodos de aprendizaje de los alumnos. Con el tiempo, este concepto evolucionó para ser conocido como “estilos de aprendizaje”. Los estudios realizados en esta área se distinguieron por enfocarse intensamente en cómo las diferencias individuales influían en el aprendizaje y la enseñanza. Además, se caracterizaron por el desarrollo de herramientas de evaluación de estos estilos, las cuales sirvieron como base para la formulación de diversos modelos, modelos que sería imposible mencionar en su totalidad ya que se alejaría del propósito de este documento, sin embargo, es viable hablar de algunos más reconocidos o populares [Pupo y Torres, 2009].

##### 2.1.1. Modelo VARK

Desarrollado por Neil Fleming en la década de 1990, el modelo VARK es un enfoque teórico que describe las diferentes maneras en que las personas prefieren recibir y procesar la información. Este modelo se destaca por su simplicidad y aplicabilidad práctica, ofreciendo una herramienta para mejorar la enseñanza y el aprendizaje a través de la identificación de preferencias sensoriales individuales. VARK es un acrónimo de Visual, Auditivo, Lectura/Escritura y Kinestésico, representando las cuatro categorías principales de estilos de aprendizaje según este modelo [Othman y Amiruddin, 2010].

- Visual (V): Se refiere a la preferencia por el uso de imágenes, mapas, gráficos y otros recursos visuales para entender y organizar la información. Los aprendices visuales encuentran más eficaz visualizar la información y utilizar representaciones gráficas para acceder y recordar el conocimiento.
- Auditivo (A): Implica una preferencia por escuchar y hablar como medios principales

para aprender. Esto incluye escuchar conferencias, discusiones, audiolibros y explicaciones verbales. Se benefician de discutir y escuchar a otros para asimilar la información.

- **Lectura/Escritura (R):** Prefieren interactuar con el texto escrito para aprender. Esto abarca leer y escribir material relevante, tomar notas y trabajar con listas y textos escritos. Los estudiantes con este estilo de aprendizaje se inclinan por manuales, reportes, ensayos y cualquier otro material en formato de texto.
- **Kinestésico (K):** Este estilo se caracteriza por una preferencia hacia el aprendizaje a través de la experiencia directa y la práctica. Valoran la interacción física con el entorno de aprendizaje, incluyendo la manipulación de objetos, la realización de experimentos y la aplicación práctica de los conceptos en contextos reales o simulados.

El modelo VARK destaca la importancia de reconocer y atender las preferencias individuales en el aprendizaje para facilitar un entorno educativo más efectivo y motivador. Sugiere que al adaptar los métodos de enseñanza para incluir una variedad de enfoques que se alineen con las diferentes preferencias de aprendizaje, los educadores pueden mejorar la comprensión y la retención del conocimiento en sus estudiantes [Fleming y Mills, 1992].

Ahora, si se quiere adoptar este modelo en las aulas, es necesario poder conocer y detectar qué preferencia en el aprender poseen los estudiantes. Una herramienta clave es el cuestionario VARK, desarrollado por el mismo creador del modelo. Este cuestionario, el cual puede encontrarse en la web<sup>1</sup>, se ha diseñado específicamente para ayudar a las personas a descubrir sus preferencias entre las cuatro categorías de estilos de aprendizaje.

El proceso de detectar el tipo de estilo de aprendizaje mediante el cuestionario comienza con una serie de preguntas que exploran situaciones de aprendizaje diversas. Cada pregunta ofrece varias opciones de respuesta que corresponden a los distintos estilos de aprendizaje. Al seleccionar las respuestas que mejor se alinean con sus preferencias personales en situaciones de aprendizaje específicas, los alumnos pueden identificar cuál o cuáles de las categorías VARK prefieren. Es importante mencionar que el cuestionario no mide habilidades o competencias, sino preferencias, reconociendo que las personas pueden tener preferencias múltiples o combinadas. Tras completar el cuestionario, se calcula un perfil de preferencias de aprendizaje basado en las respuestas dadas.

### **2.1.2. Modelo de Kolb**

El modelo de estilos de aprendizaje de David A. Kolb es un marco conceptual que describe el proceso de aprendizaje como un ciclo continuo de cuatro etapas por las cuales el conocimiento se adquiere a través de la transformación de experiencias. Este modelo, introducido

---

<sup>1</sup><https://vark-learn.com/the-vark-questionnaire>

por primera vez en 1984, se basa en la premisa de que el aprendizaje es un proceso activo en el que las ideas se forman y reforman a través de experiencias. Kolb sugiere que las preferencias individuales en la percepción y el procesamiento de la información dan lugar a diferentes estilos de aprendizaje, lo que tendría implicaciones importantes para la enseñanza y el diseño de experiencias educativas.

El ciclo de aprendizaje de Kolb comienza con una vivencia específica, llamada “Experiencia Concreta” (EC), seguida de una reflexión producto de la observación: la “Observación Reflexiva (OR) de la experiencia. Luego, la “Conceptualización Abstracta” (CA) permite al individuo formar teorías y conceptos generales, los cuales finalmente se ponen a prueba a través de la “Experimentación Activa” (EA), llevando a nuevas experiencias concretas y comenzando el ciclo nuevamente [Mosquera, 2012, Pupo y Torres, 2009].

- **Experiencia Concreta (EC):** Implica el compromiso directo con las experiencias en situaciones de vida real o simuladas, proporcionando una base para el aprendizaje.
- **Observación Reflexiva (OR):** El aprendiz reflexiona sobre estas experiencias desde múltiples ángulos, considerando cómo se relacionan con sus ideas y conceptos existentes.
- **Conceptualización Abstracta (CA):** Se desarrollan nuevos conceptos y teorías a partir de la reflexión, integrando las observaciones en un marco teórico cohesivo.
- **Experimentación Activa (EA):** Los conceptos y teorías desarrollados se aplican a nuevas situaciones, permitiendo al aprendiz evaluar su eficacia y ajustar su comprensión en consecuencia.

En el desarrollo de su modelo de aprendizaje experiencial, Kolb postula que, si bien todos los individuos participan en las cuatro etapas del ciclo de aprendizaje, cada persona tiende a desarrollar una afinidad particular hacia una o más de estas fases, lo que da lugar a distintos estilos de aprendizaje. Kolb argumenta que esta afinidad no solo influye en cómo los individuos prefieren recibir y procesar información, sino que también afecta la manera en que interactúan con el entorno de aprendizaje. La identificación de estas preferencias se plantea como fundamental para comprender los procesos de aprendizaje individuales y diseñar experiencias educativas que se alineen de manera efectiva con los estilos de aprendizaje predominantes de los estudiantes. Al reconocer que los estudiantes tienen diferentes predisposiciones hacia ciertas etapas del ciclo de aprendizaje, los educadores pueden adaptar su pedagogía para facilitar un entorno de aprendizaje más inclusivo y personalizado [Kolb y Kolb, 2013].

A continuación se describen los cuatro estilos de aprendizaje planteados por Kolb:

- **Convergente (CA + EA):** Destrezas en la aplicación práctica de ideas, preferencia por resolver problemas técnicos más que por cuestiones sociales o interpersonales.

- Divergente (EC + OR): Fuerte imaginación y capacidad para ver las cosas desde diferentes perspectivas, preferencia por actividades creativas y trabajo en grupo.
- Asimilador (CA + OR): Habilidad para crear modelos teóricos, valorando las ideas y conceptos abstractos sobre la práctica.
- Acomodador (EC + EA): Enfoque en la acción y la toma de riesgos, aprendizaje a través de la experiencia directa y la práctica más que a través de la reflexión.



Figura 6: Modelo de Kolb.  
Fuente: [Mosquera, 2012]

Al igual que el modelo VARK, es importante explorar cómo este marco teórico se aplica en la práctica. Aquí es donde entra en juego el Inventario de Estilos de Aprendizaje de Kolb (KLSI), una herramienta diseñada específicamente para evaluar y aplicar los principios del modelo de Kolb en contextos educativos y profesionales.

El KLSI está diseñado para evaluar las preferencias individuales dentro de su ciclo de aprendizaje de cuatro etapas. Este inventario, a través de una serie de preguntas y situaciones, permite a los usuarios identificar cuál de los cuatro estilos de aprendizaje predomina en su enfoque personal hacia el aprendizaje. Cada estilo refleja una combinación única de las preferencias por la Experiencia Concreta, la Observación Reflexiva, la Conceptualización Abstracta y la Experimentación Activa, ofreciendo perspectivas sobre cómo los individuos absorben, procesan y retienen nueva información.

### 2.1.3. Modelo de Felder-Silverman

Planteado por Richard M. Felder y Linda K. Silverman, el modelo de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman, tal como se define en su trabajo de 1988, *Learning and Teaching Styles In Engineering Education*, clasifica las preferencias de los estudiantes según cómo reciben y procesan la información. Este modelo fue desarrollado originalmente con un enfoque particular en el ámbito de la ingeniería, pero se puede aplicar ampliamente en diversos campos de estudio [Felder y Silverman, 1988]. El modelo se basa en cuatro dimensiones de estilos de aprendizaje, cada una con dos categorías opuestas:

#### 1. Percepción Sensorial vs. Intuitiva:

- Sensorial: Estos estudiantes prefieren trabajar con información tangible, como datos experimentales y hechos concretos. Son pragmáticos y orientados a los detalles, valorando métodos paso a paso en el aprendizaje.
- Intuitivo: Los individuos con un estilo de aprendizaje prefieren trabajar con conceptos y teorías abstractas. Tienden a confiar en sus intuiciones y percepciones más que en la evidencia concreta, y se sienten atraídos por las innovaciones y las ideas de alto nivel.

#### 2. Visual vs. Verbal:

- Visual: Aprenden mejor a través de imágenes, diagramas y representaciones visuales. Tienen una fuerte capacidad para visualizar procesos y resultados.
- Verbal: Prefieren escuchar o leer información y aprenden efectivamente a través de la explicación oral o escrita.

#### 3. Activo vs. Reflexivo:

- Activo: Aprenden mejor interactuando con el material de aprendizaje, a través de discusiones o aplicando lo aprendido en actividades prácticas.
- Reflexivo: Prefieren pensar sobre la información y aprender de manera introspectiva, procesando el conocimiento internamente antes de aplicarlo.

#### 4. Secuencial vs. Global:

- Secuencial: Progresan en su aprendizaje de manera lógica y lineal, construyendo entendimiento paso a paso.
- Global: Comprenden el material de aprendizaje en grandes saltos, a menudo logrando la comprensión súbita de conceptos complejos sin seguir necesariamente una progresión lineal.

Para este modelo, la detección de los estilos individuales se realiza mediante el Index of Learning Styles (ILS), un cuestionario creado por Richard M. Felder junto a Barbara A. Solomon [Solomon y Felder, 1999] y diseñado específicamente para evaluar las preferencias de aprendizaje de los estudiantes en las cuatro dimensiones mencionadas. Este instrumento de autoevaluación, accesible en línea<sup>2</sup>, permite a los estudiantes identificar sus estilos de aprendizaje predominantes de forma gratuita para fines educativos y de investigación.

El ILS consta de 44 preguntas, donde cada pregunta aborda una preferencia específica en una de las cuatro dimensiones mencionadas. Los estudiantes seleccionan entre dos opciones que más se alinean con su enfoque personal hacia el aprendizaje. Al final del cuestionario, se generan puntuaciones para cada dimensión, proporcionando un perfil detallado de las preferencias de aprendizaje del individuo.



Figura 7: Ejemplo de resultado del ILS.

Fuente: <https://learningstyles.webtools.ncsu.edu/>

#### 2.1.4. Estilos de aprendizaje y motivación

En base a la bibliografía existente, se puede mencionar que la relación entre los estilos de aprendizaje y la motivación de los estudiantes es compleja y significativa, influyendo profundamente en cómo los estudiantes se involucran con el material de aprendizaje y perseveran ante los desafíos. Comprender y atender a los estilos de aprendizaje individuales puede ser decisivo para fomentar una mayor motivación y compromiso en entornos educativos. Los estilos de aprendizaje, según se definen en modelos descritos anteriormente (y también en otros no mencionados), describen las preferencias en la manera de recibir y procesar información, y estas preferencias pueden tener un impacto directo en el interés y la energía que los estudiantes dedican a su aprendizaje [Othman y Amiruddin, 2010]. Cuando las actividades de aprendizaje se alinean con los estilos de aprendizaje preferidos de los estudiantes, sería más probable que encuentren el material accesible, interesante y relevante, lo cual podría aumentar su motivación intrínseca [Larkin y Budny, 2005]. Por ejemplo, un estudiante con una fuerte preferencia por el aprendizaje visual se sentiría más motivado y comprometido cuando se le presentan conceptos a través de gráficos, videos o diagramas, en lugar

<sup>2</sup><https://learningstyles.webtools.ncsu.edu>

de textos densos o discusiones auditivas. Del mismo modo, un estudiante kinestésico podría encontrar más satisfacción y compromiso en actividades que involucren movimiento, experimentación práctica o simulaciones, lo que le permitiría explorar conceptos de manera activa [Othman y Amiruddin, 2010].

Cuando los estudiantes sienten que sus preferencias individuales son comprendidas y valoradas por sus educadores, posibilita que desarrollen una actitud positiva hacia el aprendizaje, crean en su capacidad para tener éxito y estén dispuestos a invertir esfuerzo y tiempo en sus estudios [Larkin y Budny, 2005]. De forma contraria, la falta de alineación entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y las estrategias de enseñanza podría llevar a la desmotivación, la frustración y la desconexión con el material de curso. Los estudiantes que se enfrentan repetidamente a métodos de enseñanza que no coinciden con sus preferencias pueden experimentar dificultades en el aprendizaje, disminución de la autoeficacia y un menor interés en el tema, lo que llevaría a un círculo vicioso de desmotivación y bajo rendimiento académico [García, 2018].

#### **2.1.5. Críticas a la teoría**

La teoría de los estilos de aprendizaje no ha estado exenta de cuestionamientos, suscitando un intenso debate en el ámbito educativo sobre su validez y aplicabilidad. Una de las principales inquietudes radica en la escasez de evidencia empírica que respalde la eficacia de adaptar métodos de enseñanza a los estilos de aprendizaje individuales para mejorar el rendimiento académico. Esta falta de correlación directa entre los estilos preferidos de aprendizaje y el éxito educativo cuestiona la inversión de tiempo y recursos en esta estrategia pedagógica [Pashler *et al.*, 2008, Kirschner, 2017].

Adicionalmente, los instrumentos utilizados para identificar los estilos de aprendizaje han sido criticados por su falta de fiabilidad y validez. Los cuestionarios y pruebas diseñados para clasificar los estilos de aprendizaje a menudo no producen resultados consistentes, lo que sugiere una base metodológica inestable para la aplicación práctica de estos conceptos. Tal inconsistencia pone en duda la precisión con la que estos instrumentos capturan las verdaderas preferencias de aprendizaje de los estudiantes [Sánchez *et al.*, 2016].

Otra crítica se centra en la ambigüedad conceptual que rodea a los estilos de aprendizaje. La diversidad de definiciones y la falta de un marco teórico coherente dificultan el análisis riguroso y la generalización de los hallazgos. Esta confusión conceptual no solo complica la investigación sino que también plantea desafíos para los educadores que buscan aplicar teorías de estilos de aprendizaje en entornos prácticos [Pashler *et al.*, 2008].

Además, el enfoque en los estilos de aprendizaje ha sido tachado de reduccionista, al sugerir una visión determinista de la capacidad de aprendizaje de los estudiantes basada exclusivamente en categorías fijas. Esta perspectiva ignora la complejidad del proceso de aprendizaje y la capacidad de los estudiantes para adaptar y desarrollar nuevas estrategias de aprendi-

zaje a lo largo del tiempo. La idea de que los estudiantes están limitados por un estilo de aprendizaje específico minimizaría la importancia del contenido, el contexto y la interacción dinámica entre el estudiante y el entorno educativo [Kirschner, 2017].

Finalmente, la aplicación de los estilos de aprendizaje en la pedagogía ha sido cuestionada por su viabilidad y eficacia real. La práctica de ajustar la enseñanza a los estilos de aprendizaje individuales plantea desafíos logísticos y puede desviar la atención de enfoques pedagógicos más eficaces y basados en evidencia que benefician a la población estudiantil en su conjunto. Este escepticismo ha llevado a una reevaluación crítica de la prominencia dada a los estilos de aprendizaje en la educación, fomentando un diálogo continuo sobre métodos de enseñanza más inclusivos y efectivos [Kirschner, 2017, Riener y Willingham, 2010].

A pesar de las críticas fundamentadas hacia los estilos de aprendizaje, este trabajo proseguirá valorando la contribución de dicha teoría en la comprensión educativa. Si bien es cierto que no es posible presentar argumentos a favor de los estilos en base a investigaciones propias en este campo, la teoría de estilos de aprendizaje sigue ofreciendo perspectivas enriquecedoras sobre las preferencias, percepciones y actitudes de los estudiantes hacia su proceso educativo. Esta aproximación no solo proporciona un marco para explorar cómo los individuos interactúan con el conocimiento, sino que también destaca la importancia de reconocer y valorar la diversidad cognitiva y pedagógica en el aula. Más allá de cualquier modelo existente o futuro, la reflexión sobre estilos de aprendizaje invita a una pedagogía más inclusiva, orientada a satisfacer las necesidades variadas de los estudiantes y a fomentar un entorno de aprendizaje más personalizado y efectivo.

## **2.2. Realidad Virtual (VR)**

La realidad virtual es una tecnología interactiva que permite a los usuarios sumergirse en un entorno simulado, donde pueden interactuar de manera realista. Esta tecnología proporciona una experiencia inmersiva, permitiendo a los usuarios ver, moverse, e incluso modificar el entorno virtual desde diferentes perspectivas, creando así una sensación de estar físicamente presentes en ese espacio simulado [Zheng *et al.*, 1998].

El concepto de inmersión en el contexto de realidad virtual se refiere a la experiencia envolvente de estar completamente sumergido en un entorno simulado. Esta experiencia es tan convincente que el usuario llega a sentirse realmente presente en ese mundo virtual, en lugar de en su entorno físico real. La inmersión se logra mediante el uso de tecnologías avanzadas que estimulan varios sentidos del usuario, incluyendo la visión y el oído, y en ciertos casos, también el tacto. Estas tecnologías crean una experiencia multisensorial que engaña al cerebro para que perciba este mundo virtual como real, intensificando la sensación de presencia dentro del mismo [Zheng *et al.*, 1998].

La realidad virtual se ha popularizado mucho últimamente, no obstante, el concepto (o al menos la idea) se remonta a la década del 60 cuando Ivan Sutherland exploraba ideas que sen-

tarían las bases para lo que hoy se conoce como realidad virtual [Hussein y Nätterdal, 2015]. En esa misma década construyó el primer casco de realidad virtual (*head-mounted display, HMD*) [Goyeneche, 2021]. La experiencia que se vivía en aquel dispositivo era bastante simple, consistía en visualizar una pequeña línea que se observaba de forma 3D a través de las gafas del dispositivo, donde el usuario podía girar su cabeza y ésta rotaba junto a él [BBC, 2019].

Hoy en día el avance tecnológico es notable, existiendo numerosas marcas que intentan brindar la mejor experiencia a los usuarios, donde algunas que destacan son Oculus Quest, HTC VIVE, Valve Index y PlayStation VR. Además, la realidad virtual no sólo se limita a mostrar escenarios interactivos, sino que existe una industria completa de videojuegos que se dedica a la creación de escenarios lúdicos para los usuarios denominados *gamers*.



Figura 8: Lentes de realidad virtual.  
Fuente: [DeuSens, 2021]

Existen también otros conceptos que pueden ser confundidos con realidad virtual, como lo son la Realidad Aumentada (*Augmented Reality, AR*), la Realidad Mixta (*Mixed Reality, MR*) y la Realidad Extendida (*Extended Reality, XR*). La Realidad Aumentada es una tecnología que facilita la interacción del usuario a través de elementos virtuales, combinando elementos del mundo real como personas, objetos y sonidos con gráficos, imágenes realistas y aplicaciones lúdicas creadas mediante software, todo ello potenciado por tecnologías de reconocimiento de ubicación, un ejemplo preciso es la aplicación móvil Pokémon GO, la cual tuvo su apogeo en 2016. La Realidad Mixta combina elementos de la realidad aumentada y la realidad virtual, aquí los objetos digitales no solo se superponen en el mundo real, sino que también pueden interactuar con él. Esto significa que los objetos virtuales pueden ser “colocados” en el espacio real y responder a cambios en ese entorno, como el movimiento de una persona o la interacción con objetos reales. Por último, la Realidad Extendida es un concepto que se utiliza para abarcar a todas las tecnologías que involucran la interacción con entornos digitales y simulados, como la realidad virtual, aumentada y mixta [Tayal *et al.*, 2022]. La figura 9 ilustra de manera visual las diferencias.

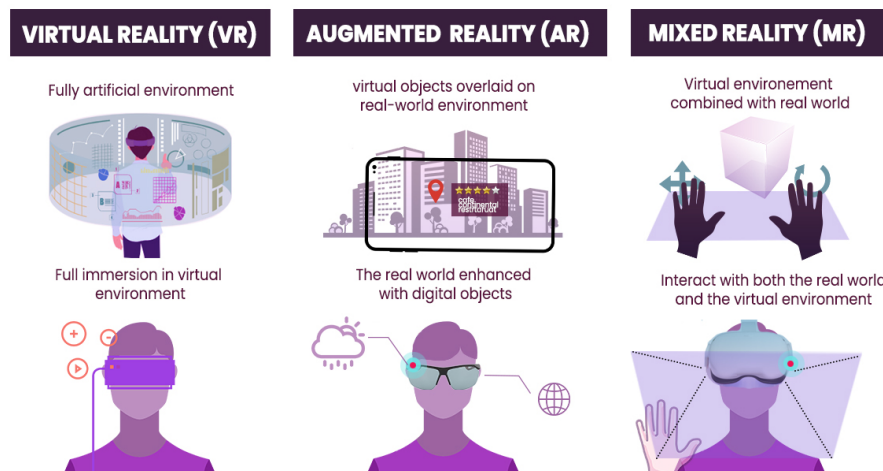


Figura 9: Realidad Virtual, Realidad Aumentada y Realidad Mixta.  
Fuente: [UniteAR, 2021]

Una vez comprendido de mejor manera lo anterior, sería lógico preguntar ¿Cuál es el motivo de la elección de esta tecnología como parte de la solución al problema, cuando ya existen estrategias que abordan el reconocimiento de estilos de aprendizaje?

Uno de los aspectos claves para elegir a la realidad virtual como el elemento principal de la solución es la escasa literatura que existe respecto a detectar estilos de aprendizaje utilizando esta herramienta como apoyo. Además, como bien se menciona en la sección 1.2, ya existen soluciones propuestas con diversas tecnologías, donde algunas involucran métodos probabilísticos, *machine learning*, o videojuegos. Sin embargo, la realidad virtual aún es una tecnología en ascenso que requiere de una aplicación más seria, no sólo como un medio de entretenimiento. Aquello ya está cambiando poco a poco, donde la realidad virtual se está expandiendo más allá de los aspectos lúdicos, pasando a ser parte de la educación, publicidad, capacitación, entre otros [Rosicart, 2023]. Por otro lado, si se compara la realidad virtual con alguna experiencia común visualizada en un monitor, la inmersión marca la diferencia. En comparación con las experiencias tradicionales, que pueden ser limitados en cuanto a la variedad y profundidad de escenarios que pueden simular, la realidad virtual ofrece un entorno altamente inmersivo y adaptable, capaz de replicar una amplia gama de situaciones. Por último, dado que la realidad virtual aún va en aumento, existen muchas personas (estudiantes en este caso) que jamás han experimentado la sensación que se vive al momento de ponerse las gafas, por lo que también puede ser una solución aún más llamativa y atrayente.

### 2.3. Propuestas relacionadas

Antes de entrar al siguiente capítulo y hablar sobre los detalles que poseerá la solución, es conveniente mencionar algunas propuestas previas de otros autores que tienen cierta

relación con la idea a desarrollar, y que se tomarán como referencia a la hora de construcción de la aplicación.

El primer artículo corresponde a un estudio realizado por Feldman et al. (2014) titulado *Detecting students' perception style by using games*, el cual se centró en trabajar sobre el modelo de Felder-Silverman, intentando detectar un estilo de aprendizaje particular dentro del mismo: el estilo perceptivo (sensorial vs. intuitivo). Para ello, se solicitó a un grupo de estudiantes jugar un videojuego tipo puzzle con el fin de extraer información a partir de su interacción con este. Con esta información, se entrenó un Clasificador Bayesiano Ingenuo (*Naive Bayes*) para inferir el estilo de percepción de los estudiantes. Luego, para poner a prueba su propuesta, se pidió a un nuevo grupo de estudiantes que jugaran otro juego de tipo puzzle, en donde se pudo predecir el estilo perceptivo exitosamente con una precisión de un 85 %. El estudio concluyó que los juegos representan un entorno prometedor donde se puede detectar el estilo de percepción de los estudiantes. Además, se destacó que este método de detección, al usar juegos, presenta varias ventajas sobre los enfoques basados en entornos educativos tradicionales, como la no necesidad de experiencia previa y la menor cantidad de tiempo y esfuerzo requeridos por parte de los estudiantes para generar información útil para la detección. Asimismo, se sugirió que el uso de juegos podría mejorar la motivación de los estudiantes, dado que los juegos son populares y no se perciben como una tarea académica convencional.

Como segundo ejemplo está el trabajo realizado por Cooley (2015) nombrado *Detecting Learning Styles in Video Games*. En este estudio, Cooley diseñó un experimento en el que los participantes primero jugaban un videojuego de código abierto (*SuperTux*), para luego completar el Inventario de Estilos de Aprendizaje de Kolb. En la primera etapa, la que involucra el videojuego, se recopilaron métricas simples como ubicación del jugador, interacciones con enemigos y objetos, y logros dentro del juego. Después, completado el cuestionario, se buscó correlacionar las métricas de juego con los resultados del KLSI para ver si los estilos de aprendizaje podían inferirse a partir de la forma en que los jugadores interactuaban con el videojuego. Los resultados mostraron que no existía una conexión clara entre los datos recopilados del juego y los resultados del Inventario de Estilos de Aprendizaje, lo cual sugiere que las métricas simples registradas en el juego pudieron no detectar claramente el estilo de aprendizaje según el modelo de Kolb. A pesar de la falta de resultados concluyentes, el estudio proporciona un punto de partida para evaluar otras métricas registrables en los juegos contra los estilos de aprendizaje. Se sugiere que una investigación más profunda podría revelar conexiones que no fueron evidentes en este estudio inicial.

## **CAPÍTULO 3**

### **PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

En este capítulo se presenta la propuesta de solución para identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer año mediante el uso de realidad virtual. Basándose en el modelo de Felder-Silverman, se desarrolla una experiencia interactiva que combina elementos de videojuegos y cuestionarios. Se utilizan herramientas como Unity para crear un entorno inmersivo donde los estudiantes pueden interactuar con diversos escenarios, como laberintos, simulaciones de ordenamiento, o de tomar decisiones, que ayudan a evaluar sus estilos de aprendizaje. Este capítulo expone detalladamente desde la elección de la teoría y posibles soluciones, hasta la metodología de desarrollo e implementación del proyecto, destacando las funcionalidades clave y los desafíos técnicos abordados para construir esta herramienta innovadora.

#### **3.1. Colaboración con Psicología**

Se podría intuir que, para construir una aplicación completa que ayude a la detección de estilos de aprendizaje, es fundamental conocer no sólo la teoría, sino el saber qué funcionalidades son necesarias para un correcto análisis. Tales funcionalidades las experimentarán los estudiantes, estudiantes de los cuales se debe poder extraer información mientras están inmersos. Por lo tanto, para desarrollar este entorno virtual, se trabajará en conjunto a un psicólogo con varios años de experiencia, el cual también tendrá el rol de cliente y especificará todos los requerimientos. Con esto no debe entenderse que la aplicación, una vez finalizada, requiera la presencia de un profesional en psicología para obtener conclusiones, sino que es en esta etapa de construcción en la cual sí es requerido.

#### **3.2. Elección y alcance del modelo**

Elegir un modelo para utilizarlo como base en el desarrollo de una experiencia de realidad virtual puede depender de ciertos factores que pueden hacer el desarrollo más ameno y eficiente.

Para esta instancia, dado que se está trabajando en un contexto universitario, donde los principales involucrados son estudiantes de la USM ligados al área de la ingeniería, el modelo que más encaja es el de Felder-Silverman, esto debido fuertemente a que su planteamiento fue desarrollado específicamente con un enfoque en la educación en ingeniería y disciplinas relacionadas con STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). A diferencia de los modelos de Kolb y VARK, que ofrecen enfoques más generalizados y abarcan una variedad de disciplinas y contextos de aprendizaje, el modelo de Felder-Silverman se diseñó teniendo

en cuenta las particularidades del pensamiento y la práctica ingenieril.

Por otro lado, en base al tiempo acotado de desarrollo, se decide, en conjunto con el cliente, que sólo se trabajará con una de las cuatro dimensiones presentes en el modelo del Felder-Silverman, la cual corresponde a **Visual vs. Verbal**.

### 3.3. Descripción esperada de solución

Como ya se ha mencionado en más de una ocasión, el objetivo principal es desarrollar una experiencia en realidad virtual que posibilite la detección de estilos de aprendizaje en los estudiantes, esto con la finalidad de que pueda utilizarse a futuro para ir en ayuda de los alumnos de primer año. Por lo tanto, para que toda esta operación pueda considerarse exitosa, claramente la detección de los estilos debería calzar con el perfil de aprendizaje real de los estudiantes; este aspecto será discutido en el siguiente capítulo. Por ahora, es necesario que la experiencia virtual tenga todas las funcionalidades, mecánicas y escenas que permitan que el usuario se adentre completamente en la plataforma, para que pueda exhibir sus preferencias las cuales posteriormente deberán ser analizadas.

### 3.4. Posibles soluciones

El número de opciones para implementar la solución no es tan amplio, sólo se plantean dos, esto se debe principalmente al tópico del trabajo, y también a que el uso de realidad virtual exige o restringe ciertas características. Por ejemplo, uno de los elementos atractivos de esta tecnología es que el usuario puede interactuar con un entorno nuevo y sentirse parte de él, lo cual implica directamente que la experiencia no puede ser, por ningún motivo, en dos dimensiones (2D), de lo contrario se estaría desperdiciando todo el potencial de esta tecnología. También, si la experiencia es en tres dimensiones (3D), el personaje controlado por el usuario no puede ser visto en tercera persona, sino en primera, esto debido a que la inmersión se vería considerablemente reducida ya que la persona no se sentiría como la protagonista de la historia.

Mencionado lo anterior, se presenta una idea clara, se desea que la aplicación consista en un videojuego (videojuego desde la perspectiva del usuario) en primera persona. Se decide por un aspecto lúdico debido a lo atractivo que puede resultar para los estudiantes que lo experimenten, además de mantener mejor la atención en estos (ver sección 2.3).

Dentro del entorno es importante que existan varias situaciones que involucren alguna decisión o que permitan observar ciertas actitudes por parte del usuario. El fundamento de esto es que, al impulsar a que el jugador tome decisiones, esto a su vez está impulsando a que evidencie alguna preferencia. Si la experiencia se construye de tal forma que las actitudes o decisiones que se tomen estén relacionadas con la teoría de estilos de aprendizaje, entonces

aquello implicaría que el usuario está exhibiendo una preferencia en su forma de aprender. Por lo tanto, las resoluciones que tome el estudiante serían un indicio, y las actitudes que muestre serían un respaldo, y así viceversa.

Las dos posibles temáticas de la solución se presentan en los dos puntos siguientes.

### **3.4.1. Experiencia tipo cuestionario**

Como primera solución, se evalúa tomar como referencia el ILS del modelo a utilizar para crear un cuestionario virtual, donde el estudiante pudiese elegir sus preferencias.

Para cada fase de este cuestionario se propone una pregunta central, la cual debe estar estrechamente relacionada a una dimensión del modelo de Felder-Silverman. A cada lado de la pregunta, existen dos puertas o portales que reflejan una respuesta a la interrogante (también vinculadas al modelo). El usuario, al seleccionar un portal e ir avanzando en la experiencia, irá poco a poco reflejando una afinidad hacia un estilo de aprendizaje particular.

Luego, para analizar las respuestas seleccionadas por el estudiante, se plantea que dentro del entorno exista una variable que vaya almacenando información de todo lo que el usuario ha elegido. De esta forma, los resultados del jugador se obtendrían de una forma bastante rápida, permitiendo su aplicabilidad a gran escala.

Esta opción se descarta debido a la idea en sí misma, ya que no es más que un cuestionario, sólo que en realidad virtual. Asimismo, no representa una mayor innovación y también sería una experiencia monótona, ya que sólo consiste en repetir una y otra vez los escenarios pero con diferentes preguntas, limitando al usuario sólo a leer y a cruzar a la siguiente interrogante. Además, la temática se aleja considerablemente de ser un videojuego, por lo que no se espera que genere mayor impacto y se presume que agobiará a más de un estudiante.

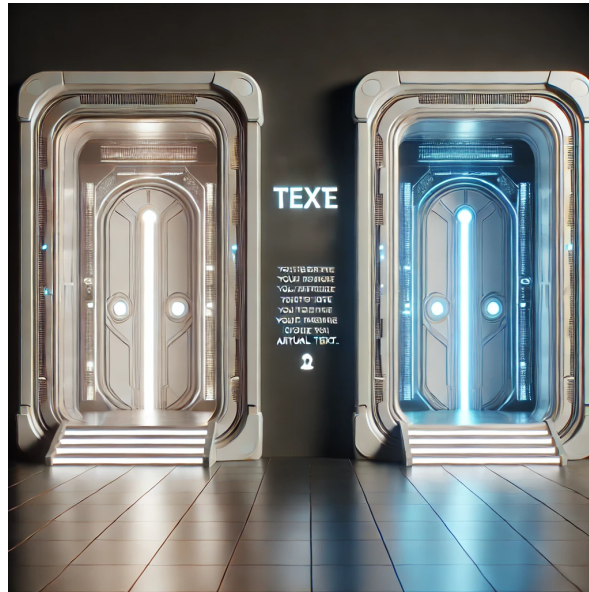


Figura 10: Representación artística con inteligencia artificial de la experiencia tipo cuestionario.

Fuente: DALL-E

### 3.4.2. Videojuego de desafíos y decisiones

Esta solución toma como referencia la propuesta mencionada anteriormente, pero la lleva a un siguiente nivel. Ahora, además de existir preguntas relacionadas al ILS, se propone que existan desafíos y tareas de por medio que el estudiante debe realizar. La justificación recae en que, al igual que las preguntas, las actividades también estarán relacionadas con el modelo de Felder-Silverman, dando pie a un análisis aparte y más amplio.

Esta opción es la seleccionada para su desarrollo, puesto que se considera que tiene el mayor potencial de permitir tanto un análisis de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, como de entretener a quien está jugando. Solo resta definir qué tipo de actividades y escenarios estarán presentes en la aplicación, la tecnología a usar para construirla, la ambientación, y qué metodología se usará para desarrollarla.

### 3.5. Tecnología de desarrollo

Dada la experiencia previa en el desarrollo de otras aplicaciones, la aplicación actual será construida utilizando el motor de videojuegos Unity.

### **3.6. Ambientación**

Este apartado, aunque no es el más crucial para la experiencia del usuario y se considera principalmente estético, no debe ser descuidado. Es importante priorizar las funcionalidades que la aplicación ofrecerá. Sin embargo, dado el impacto que una ambientación puede tener en la primera impresión del usuario, se ha decidido optar por un diseño futurista o de ciencia ficción.

### **3.7. Escenarios, desafíos y funcionalidades**

La dimensión Visual vs. Verbal del modelo de Felder-Silverman plantea que un estudiante visual aprende de mejor manera a través de imágenes y diagramas, mientras que el verbal prefiere aprender por medio de explicaciones orales o escritas. Esto quiere decir que las tareas que el usuario tendrá que realizar dentro de la experiencia virtual deben tener un contenido que le permita interactuar tanto visualmente como a través de textos o audios.

Una primera funcionalidad principal que se define es la existencia de un cronómetro dentro de la experiencia, de tal forma que el usuario pueda siempre observar cuánto ha demorado e intente terminar la experiencia en el menor tiempo posible. Esto posee también otro significado por detrás ya que, al existir el factor tiempo, se plantea la hipótesis que el estudiante no razone en gran medida todo lo que hace, sino que pueda actuar una parte significativa de su subconsciente, lo cual daría indicios de su preferencia en el aprender.

Respecto a los escenarios, se plantean siete, donde tres son los escenarios principales, que corresponden a desafíos para el usuario, mientras que el resto implica una toma de decisión. Para estos últimos cuatro escenarios, se propone la extracción de preguntas del test ILS para reformularlas y plasmarlas en la experiencia, y que así el estudiante pueda elegir la opción que mejor lo representa, similar a un cuestionario.

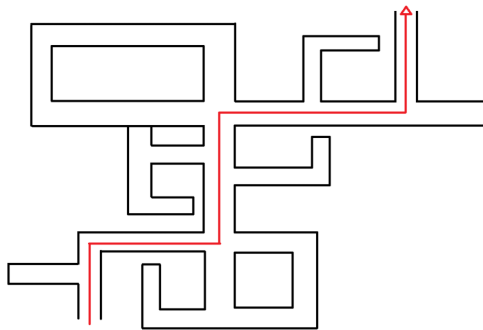
A continuación se presenta una descripción de los escenarios relacionados a desafíos.

#### **3.7.1. Laberintos**

Como bien menciona el título, el estudiante se verá envuelto en laberintos, que en este caso se plantean dos. La gracia de completar dos es que existirán dos formas diferentes de completar cada uno.

En el primero, se propone que se le entregue una pista al usuario, la cual corresponderá a un mapa que le enseñará el camino a recorrer. Esta ayuda al jugador será momentánea, ya que el mapa, luego de un corto período de tiempo, desaparecerá. Lo mismo ocurrirá con el segundo laberinto, solo que esta vez la pista serán un conjunto de indicaciones orales que le

dirán al usuario por dónde debe ir.



**Derecha, izquierda, izquierda,  
derecha, izquierda, derecha.**

(a) Pista entregada visualmente.

(b) Pista entregada verbalmente.

Figura 11: Ejemplo de posibles pistas visual y verbal para cada laberinto.

Fuente: Elaboración propia.

La gracia de esto es que, dado que se planea que los laberintos tengan la misma dimensión, donde sólo cambiaría el recorrido y la pista que se le da al usuario, se puede hacer un análisis sobre qué pista le fue más fácil recordar o cuál le fue de mayor ayuda. Esto puede analizarse a partir de en cuál laberinto demora menos tiempo, o en cuál comete menos errores.

### 3.7.2. Ordenar la sala

Esta tarea constará de dos partes: una fase explicativa, y otra de ejecución. El desafío en sí consistirá en que el usuario debe posicionar ciertos objetos en una casilla específica de la sala en que se encuentra. Las posiciones respectivas de cada objeto se le entregarán en la primera fase, la fase explicativa, por lo que deberá recordar las indicaciones exactas. Por ejemplo, si la sala posee nueve casillas, enumeradas de uno a nueve, se le puede solicitar al usuario que posicione una mesa en la casilla número cinco.

Para vincular el desafío con la teoría de estilos de aprendizaje, se sugiere que las indicaciones de la fase explicativa se vayan alternando entre imágenes, texto y voz (instrucciones visuales y verbales). Por ejemplo, si se requiere que una silla sea posicionada en la casilla siete, se puede ilustrar una figura que represente aquello. Luego, para el siguiente objeto a ordenar, puede ya no existir una representación visual, sino una voz o un texto que diga la siguiente posición.



**La mesa debe ir en  
la casilla 5**

(a) Instrucción entregada de forma visual.      (b) Instrucción entregada de forma verbal.

Figura 12: Ejemplo de instrucciones visual y verbal del desafío.

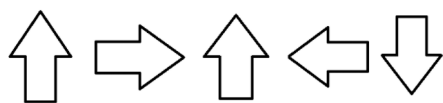
Fuente: Elaboración propia.

El fundamento de esta tarea recae en que, puesto que existirán instrucciones de distinto tipo y que no importará el orden sobre cuál objeto mover primero, se puede esperar que el estudiante tenga una tendencia a recordar o a dar mayor prioridad a instrucciones de un tipo que a otra. Así, si un estudiante tuviese preferencia hacia lo visual, se esperaría que aplique primero y que recuerde mejor las instrucciones que fueron representadas mediante figuras, caso contrario con un estudiante con inclinación hacia lo verbal.

### 3.7.3. Ingresar la clave

En este escenario, se diseñará un conjunto de seis salas conectadas en secuencia, cada una separada por una puerta que requiere una contraseña para acceder a la siguiente. Al principio de cada sala, se proporcionará al usuario la contraseña correspondiente y este deberá memorizarla e introducirla para avanzar. La dificultad de recordar y teclear estas contraseñas aumentará progresivamente, no solo porque el largo de las contraseñas se incrementará, sino también porque el método para recordarlas variará, desafiando así la capacidad de retención de cada estudiante a medida que avanza de sala en sala.

Para añadir el dinamismo de la teoría de estilos de aprendizaje, cada contraseña será entregada según una de las dos dimensiones del modelo a utilizar, visual o verbal. De esta manera, una clave puede ser entregada a través de símbolos o dibujos, mientras que otra a través de audio o texto.



**Azul, Amarillo, Verde,  
Morado, Negro**

(a) Contraseña entregada visualmente.

(b) Contraseña entregada verbalmente.

Figura 13: Ejemplo de contraseñas entregadas de forma visual y verbal.

Fuente: Elaboración propia.

Nuevamente, si para un estudiante le es de mayor ayuda aprender mediante palabras o textualmente, debería retener de mejor forma las contraseñas entregadas de esta manera, del mismo modo que si fuese más visual, se esperaría que recordase mejor las figuras o los símbolos.

### 3.8. Metodología de trabajo

Se plantea una metodología tipo Scrum donde, en conjunto con el cliente, se definen las tareas y objetivos a desarrollar de forma periódica. Para presentar avances y obtener retroalimentación, se planifican reuniones semanales.

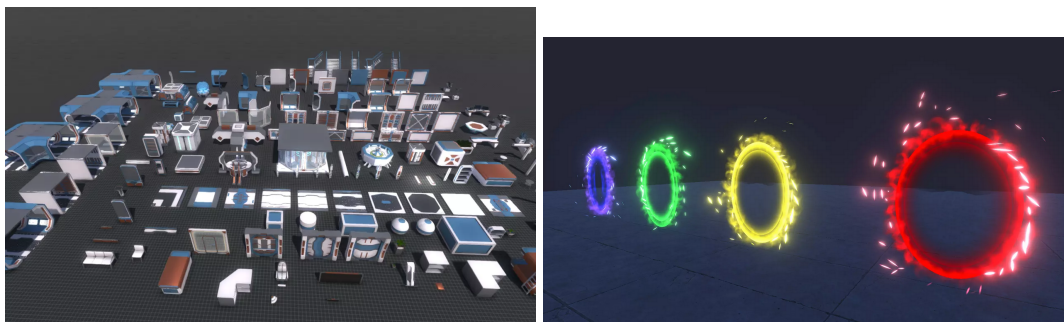
El orden de las tareas y funcionalidades a construir se ordenan por prioridad y se resume de la siguiente manera:

- Funcionalidades básicas: Movimiento del jugador, rotación de la cámara y movimiento de manos.
- Cronómetro global en la experiencia.
- Construcción de los tres escenarios principales, incluyendo funcionalidades internas de cada uno de ellos.
- Construcción de escenarios secundarios, tales como los de toma de decisiones, escenario de bienvenida, de despedida, etc.
- Funcionalidades secundarias: Narrador, transición entre escenarios, interfaz de usuario (UI), videos, efectos de sonido, entre otros.

### 3.9. Desarrollo de la solución

#### 3.9.1. Inicio del proyecto en Unity

Para comenzar el proyecto, se crea un proyecto desde cero en Unity. Luego, considerando la eficiencia, sería poco práctico crear todos los modelos por cuenta propia. Por ello, se recurre a la “Asset Store” de Unity, una galería que ofrece modelos (3D o 2D), efectos de sonido, animaciones, entre otros recursos listos para usar. Algunos de estos *assets* son de pago, mientras que otros son gratuitos. Dado que la ambientación elegida es de tipo futurista, se decide utilizar el *asset* “Sci-Fi Styled Modular Pack”<sup>3</sup> como recurso principal, el cual incluye todo lo necesario: paredes, pisos, corredores, iluminación, puertas y otros elementos (ver figura 14). Como *asset* secundario, se utiliza uno llamado “Magic Effects Free”<sup>4</sup>, este posee diferentes efectos visuales que servirán para apoyar la transición de un escenario a otro. Cabe recalcar que esto constituye solo el “cascarón”, ya que toda funcionalidad adicional debe ser implementada mediante código utilizando C#, el lenguaje de programación orientado a objetos que utiliza Unity.



(a) Asset “Sci-Fi Styled Modular Pack”.

(b) Asset “Magic Effects Free”.

Figura 14: Assets a utilizar en el proyecto.  
Fuente: Unity Asset Store

#### 3.9.2. El personaje

Una característica básica para este tipo de experiencias es permitir que el usuario pueda desplazarse de alguna manera por el entorno y que no sea un elemento estático. Para posibilitar el movimiento del jugador, existe un recurso descargable, propio de Unity, llamado “XR Interaction Toolkit”, el cual consiste en un conjunto de herramientas (SDK) que simplifican el desarrollo de experiencias de realidad virtual y permiten una integración más fluida con múl-

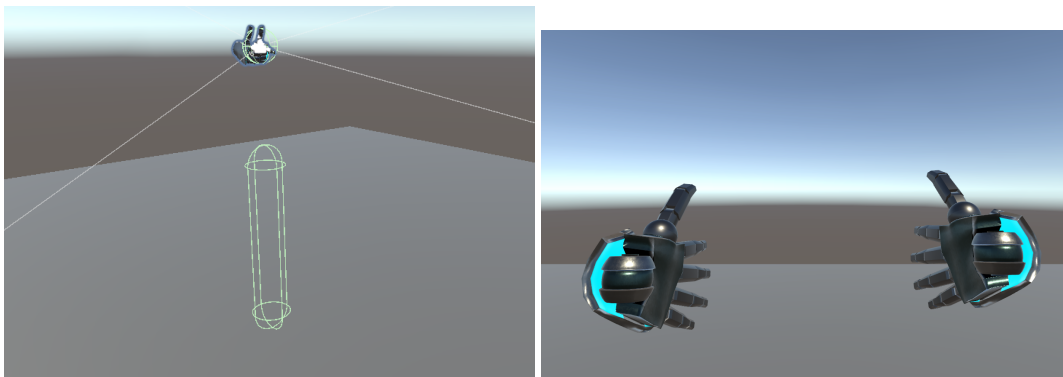
<sup>3</sup>Disponible en <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/sci-fi/sci-fi-styled-modular-pack-82913>

<sup>4</sup>Disponible en <https://assetstore.unity.com/packages/vfx/particles/spells/magic-effects-free-247933>

tiples dispositivos. Estas herramientas no solo son útiles para configurar el desplazamiento del jugador, sino que también incluye funcionalidades para rotar la cámara, movimiento de manos, interactuar con objetos, facilitar la creación de interfaces de usuario, etc.

Un punto importante que no es significativo para el usuario final, pero sí lo es para el desarrollo, es que el paquete descargado permite probar, en tiempo real, la aplicación en Unity a través de las gafas de realidad virtual. Con esto, se aumenta la eficiencia para detectar y resolver prontamente los posibles y eventuales *bugs*, además de poder observar claramente lo que el estudiante experimentará en cada escenario.

Una vez configurado el desplazamiento del jugador y el movimiento de manos, existe algo propio de los videojuegos que es pertinente implementar. Por defecto, si el personaje se deja como está, éste atravesará todos los objetos, ya sea paredes, puertas o pisos; como si fuese un ente que no interactúa con la materia. Para corregir esto, basta con adjuntarle un colisionador (*collider*). A la mayoría de los objetos se les proporcionan *colliders*, ya que son requeridos para poder interactuar con ellos y que éstos colisionen entre sí, simulando en cierta forma la física como se conoce.



(a) Personaje visto en tercera persona, las líneas verdes son los *colliders*. (b) Vista del personaje en primera persona.

Figura 15: Personaje de la experiencia.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.9.3. Cronómetro global

Gran parte de esta tarea es lógica de programación orientada a objetos (POO), donde sólo al final se debe vincular el código con un elemento de UI para que el usuario pueda visualizar su tiempo.

Primero se crea un *script* de C# el cual contendrá toda la lógica. Dentro de él, es necesario programar que el estado del cronómetro se mantenga entre escenas de tal forma que, al pasar a un nuevo escenario, el contador de tiempo tenga guardado el valor de la escena

anterior y no vuelva a cero. Para solucionar esto, se utiliza una función (método) propia de Unity llamada “DontDestroyOnLoad”, esta garantiza que los valores no se reinicien en cada transición de escenas. También, para permitir que *scripts* externos puedan leer los respectivos valores del tiempo transcurrido, se definen variables públicas.

Para pausar el cronómetro, se crea un método público estático el cual, cuando es llamado, detiene automáticamente el contador y guarda su último valor. De la misma forma, se crea un método público estático para reanudar el tiempo.

Para que el usuario pueda observar su tiempo, se requiere implementar una interfaz de usuario. En Unity, las interfaces de usuario se crean principalmente utilizando su sistema propio de UI, que proporciona una variedad de elementos y herramientas para diseñar y desarrollar interfaces de usuario interactivas y receptivas. Estas interfaces pueden incluir elementos como botones, texto, imágenes, barras de desplazamiento, paneles, entre otros. Para comenzar a crear una interfaz de usuario, se añade a la escena un elemento llamado Canvas, el cual sirve como contenedor principal, dentro de él se pueden agregar y organizar los elementos ya mencionados de la interfaz según sea necesario.

La interfaz que se crea es bastante simple, sólo se muestran los minutos y los segundos. Esta UI está conectada directamente al *script* del cronómetro a través de otro *script* que los une. Así, cuando el cronómetro cambia su valor, éste emite una señal (en términos técnicos se le conoce como “evento”) para actualizar la interfaz y mostrar el tiempo al usuario.

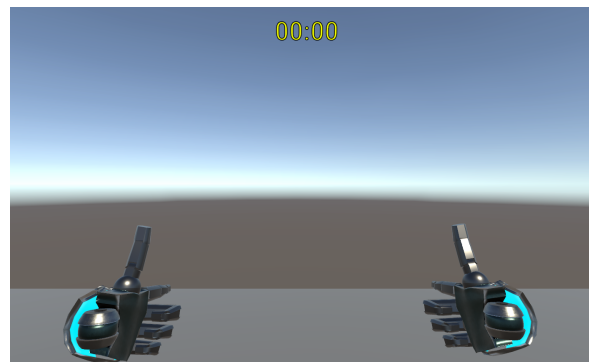


Figura 16: Vista en primera persona junto a la interfaz del cronómetro en la parte superior.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.9.4. Escenarios principales

Se comienza primero por la construcción del escenario denominado **Laberintos**. La mayor parte del trabajo se emplea en unir los elementos del *asset* principal, como pisos, paredes o ventanas, y formar así diferentes posibles caminos. Se decide que tanto el laberinto visual como verbal tengan la misma extensión, pero que sólo difieran en la ruta, de esta forma es posible realizar un análisis más objetivo.

Construido el laberinto visual, se copia toda su estructura y se añade al término de este, resultando así los dos laberintos. En resumidas cuentas, el laberinto verbal es idéntico en estructura al primero, solo que de forma invertida.

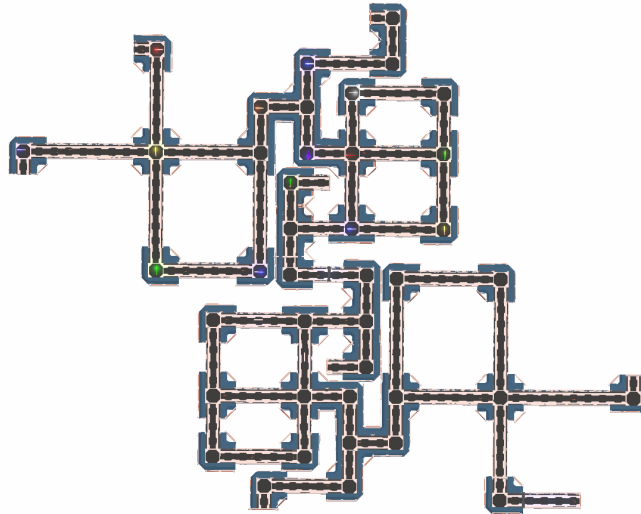


Figura 17: Laberintos - laberintos visual y verbal observados desde arriba.  
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las pistas que se presentarán en los laberintos visual y verbal, corresponderán a un mapa y un audio, respectivamente; el mapa será visible durante tres segundos antes de desaparecer. Para asegurar que el sistema funcione correctamente, es importante que el usuario tenga el control sobre el inicio del desafío, esto garantiza su atención constante y ayuda a prevenir imprevistos. El procedimiento a seguir consiste en utilizar un botón que el usuario debe presionar para iniciar la tarea. Al activarlo, el sistema mostrará el mapa o reproducirá el audio, según corresponda, y luego comenzará el funcionamiento del cronómetro.



Figura 18: Laberintos - botón controlador de inicio de la tarea.  
Fuente: Elaboración propia.

Para que se visualice el mapa por tres segundos al presionar el botón, esto debe ser controlado por un script de C#. Primero se recurre nuevamente al elemento Canvas de Unity para crear la interfaz de usuario, donde dentro de este contenedor se añade la imagen que representa el camino a seguir. Luego, mediante código, se une la UI con la funcionalidad del botón para que, al presionar este último, se observe la figura durante tres segundos y luego desaparezca; la figura 19 representa lo que verá el usuario. Una vez llegado al final del primer laberinto, se abre una puerta y se detiene el tiempo, ambos de forma automática.



Figura 19: Laberintos - mapa del laberinto visual.  
Fuente: Elaboración propia.

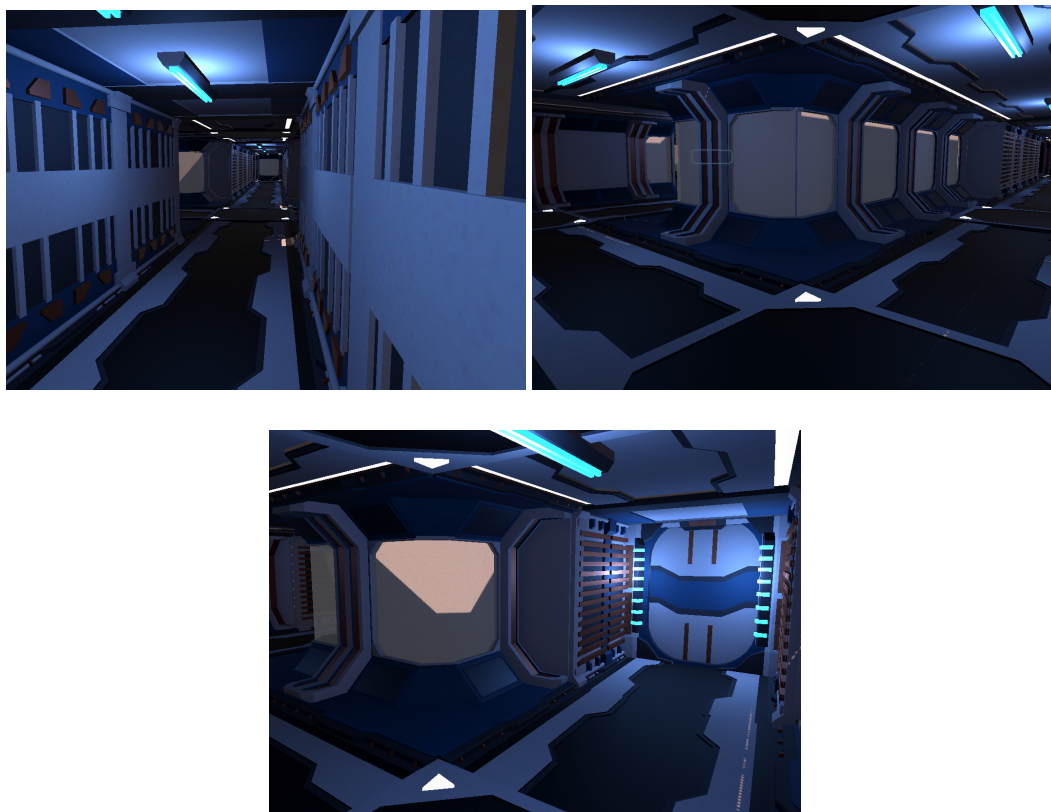


Figura 20: Laberintos - laberinto visual.  
Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo laberinto, la experiencia es similar al primero, solo que con una voz: se presiona el botón, se escucha un audio y luego comienza el tiempo. También se une, mediante código, el botón al audio para reproducirlo. La voz con las indicaciones se construye con ayuda de la herramienta de texto a voz de la aplicación Microsoft Clipchamp; esta misma herramienta se usará también para construir el narrador más adelante. En esta segunda instancia, el modo de completar el laberinto es a través de la memorización de un camino de luces determinado de diferentes colores. El final se representa con un portal, el cual debe cruzarse para detener el tiempo y así terminar este primer desafío.

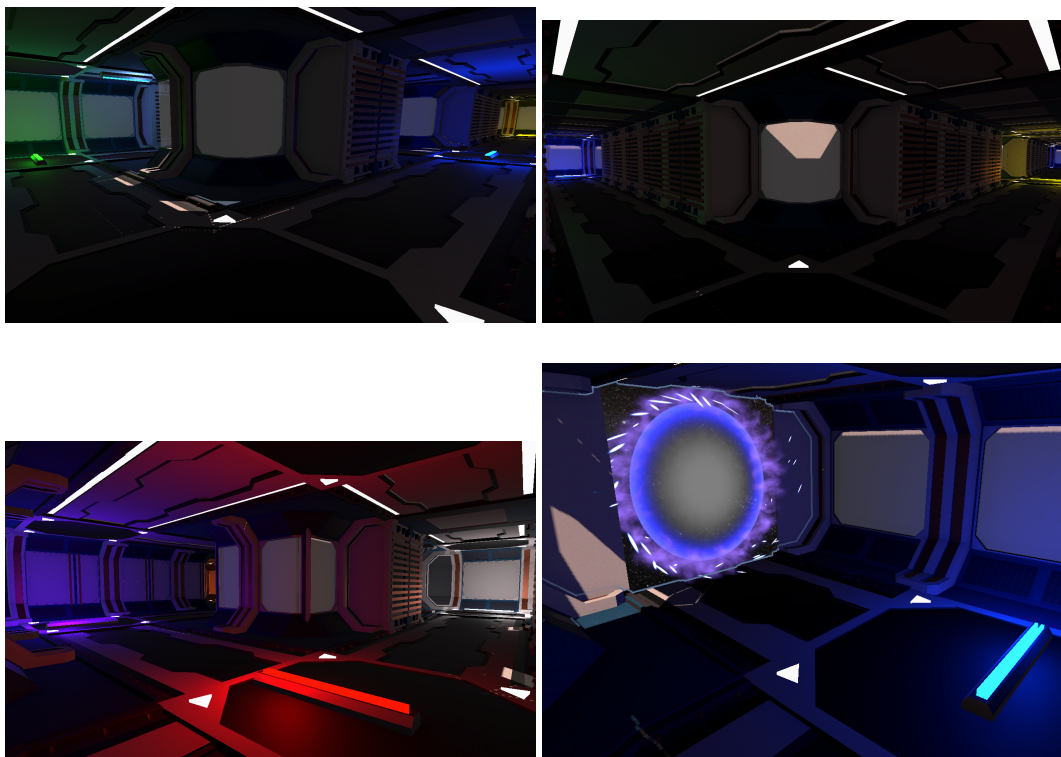


Figura 21: Laberintos - laberinto verbal.  
Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizada la primera tarea, se comienza el desarrollo del desafío nombrado **Ordenar la sala**. Se indicó que este escenario tendría una fase explicativa y otra de ejecución; la fase explicativa no es más que un video que el usuario deberá ver y recordar, por lo que se le da prioridad a la construcción de la segunda fase.

Se empieza construyendo una pequeña sala, de tal manera que pueda ser dividida en nueve partes. Cada parte representa una celda a la cual se le asocia un número de uno a nueve para que el usuario pueda distinguir cada una; los números adjuntados son creados con la herramienta UI ya mencionada.

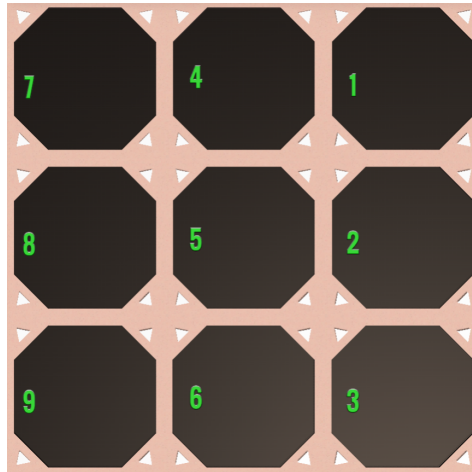
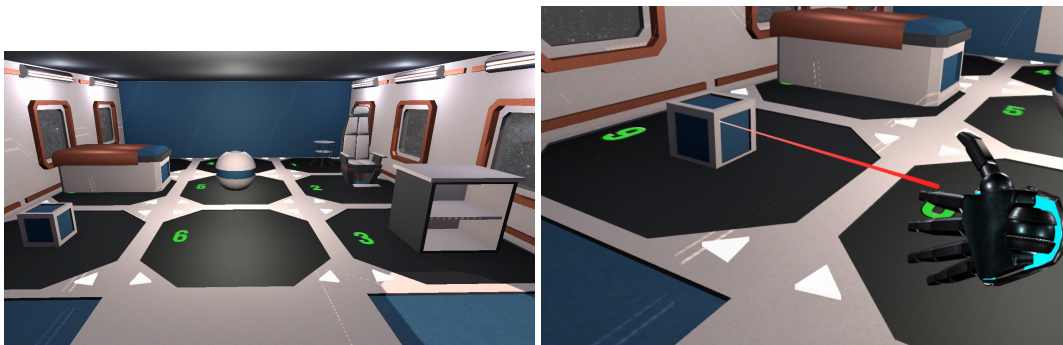


Figura 22: Ordenar la sala - nueve celdas vistas desde arriba.  
Fuente: Elaboración propia,

En cuanto a la cantidad de objetos que deben ser posicionados en una casilla particular, se eligen seis: una cama, un cubo, una esfera, una silla, una mesa y un pequeño mueble. Cada uno inicialmente se encuentra en una celda incorrecta. Para facilitar la interacción sin requerir movimiento constante del usuario, que podría causar mareos u otros inconvenientes, se decide que cada objeto pueda ser seleccionado a distancia usando los controles. Para lograr esto, se utiliza la herramienta "XR Grab Interactable" del XR Interaction Toolkit, que permite la interacción con los objetos. Sin embargo, para habilitar la selección a distancia, se debe vincular un *script* llamado "XR Ray Interactor" a cada mano del personaje. Esto permite visualizar un rayo de color rojo proyectado desde las manos del personaje, indicando al usuario que puede interactuar con los objetos a los que apunta.



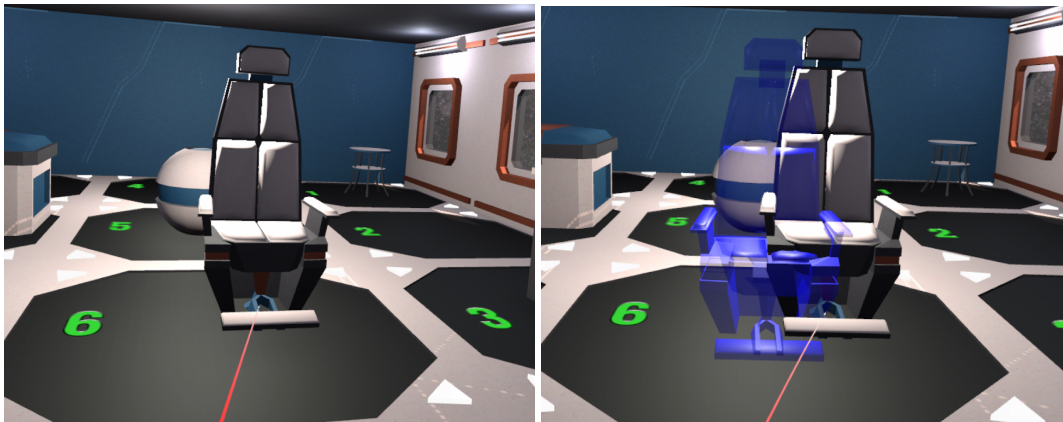
(a) Objetos repartidos en la sala.

(b) Selección de objeto a distancia.

Figura 23: Ordenar la sala - diseño y agarre de objetos.  
Fuente: Elaboración propia.

Diseñado el espacio y la selección de objetos, se prosigue con las siguientes funcionalidades.

Ahora se necesita asegurar que cada casilla reconozca si el objeto que la ocupa es el correcto. Hay múltiples maneras de implementar esto, pero la necesidad surgió de un problema específico: los objetos, como la cama, podían ser colocados entre posiciones ambiguas, por ejemplo entre las casillas nueve y seis, o incluso en el cruce de cuatro celdas diferentes. Esto podía llevar a errores significativos y a una mala experiencia de usuario, ya que el objeto podría estar posicionado correctamente pero ser considerado incorrecto por estar levemente fuera de la casilla. Para solucionar este problema, se emplea la herramienta del SDK llamada "XR Socket Interactor". Esta herramienta permite definir ubicaciones específicas, o "sockets", donde deben colocarse los objetos. De este modo, cuando un objeto se acerca a una casilla, aparece una silueta del mismo guiando al usuario. Al soltar el botón de agarre, el objeto se posiciona exactamente dentro del contorno marcado, garantizando su correcta ubicación.



(a) Casilla sin socket asociado.

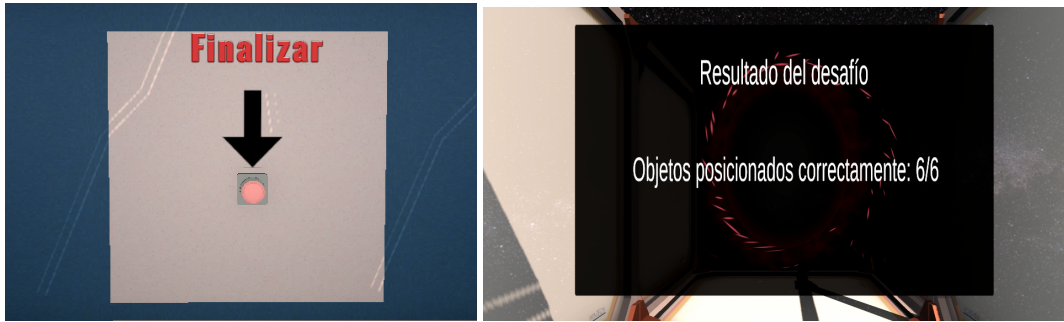
(b) Casilla con socket asociado.

Figura 24: Ordenar la sala - representación gráfica de los sockets.

Fuente: Elaboración propia.

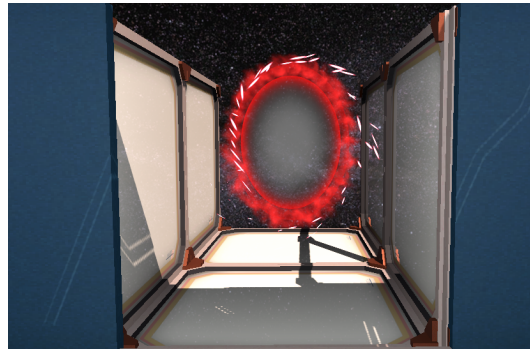
Hecho lo anterior, se crea un *script* que se asocia a cada casilla. Este *script* le permite definir a la celda cuál es el objeto correcto que debe ir sobre ella y, gracias a la implementación de los *sockets*, es posible saber qué objeto es colocado en cada una. Así, casi la totalidad del código sólo es una comparación de nombres, donde si el nombre del objeto que se coloca en la celda es idéntico al nombre del objeto que realmente se espera, entonces el usuario lo posicionó correctamente. Por supuesto no existe indicio sobre si el elemento fue colocado correctamente, sólo cuando el estudiante termine la tarea se le enseñan los resultados.

Una vez el estudiante crea haber finalizado, se dispone de un botón similar al de los laberintos el cual, al ser presionado, pausa el cronómetro, le muestra su cantidad de aciertos, y le permite atravesar el portal que lo lleva a la siguiente escena.



(a) Botón para finalizar.

(b) Resultado del desafío.

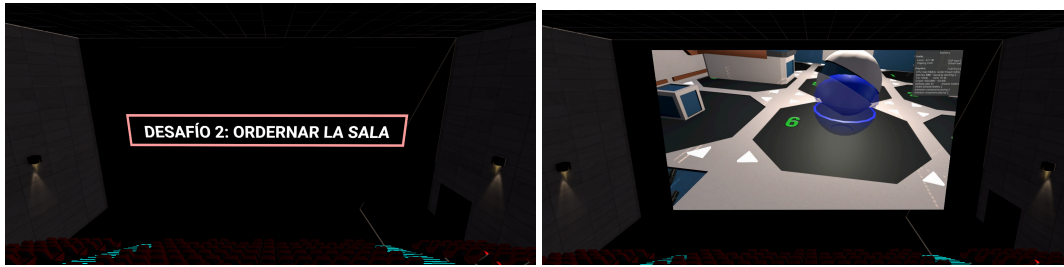


(c) Portal hacia la siguiente escena.

Figura 25: Ordenar la sala - fin de la experiencia.

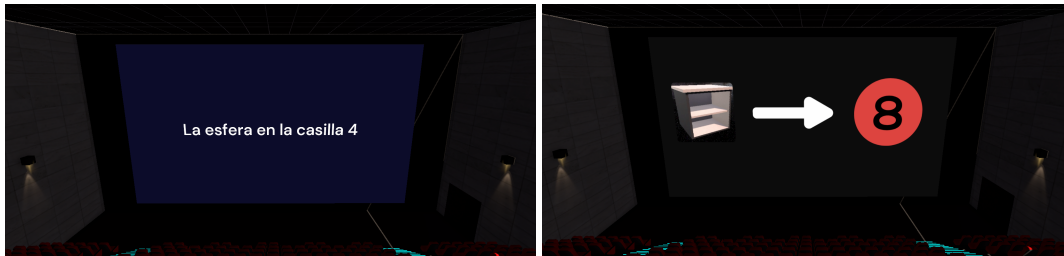
Fuente: Elaboración propia.

Para terminar con la construcción del desafío n°2, se desarrolla la sección explicativa. De nuevo se recurre a la herramienta Clipchamp de Microsoft, generando un video de aproximadamente un minuto de duración. Aquí se le explica al usuario en qué consiste la tarea, los controles, la existencia del botón de finalizar y, por supuesto, se le indica dónde deben ir los objetos. Dado que son seis objetos, se define que tres instrucciones sean entregadas de forma visual y tres de forma verbal, mencionándose de forma intercalada. Las posiciones señaladas visualmente son el cubo, la mesa y el pequeño mueble; las verbales son la esfera, la cama y la silla. El video se incorpora en una escena aparte la cual simula un cine, donde el usuario no puede hacer nada más que observar y escuchar, no le es posible moverse. Al finalizar el video, se transporta automáticamente el personaje hacia la sala del desafío, comenzando así la experiencia.



(a) Inicio del video.

(b) Parte de la fase explicativa.



(c) Indicación de manera verbal.

(d) Indicación de manera visual.

Figura 26: Ordenar la sala - video explicativo.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se comienza el desarrollo del último desafío: **Ingresar la clave**. Se debe recordar que para esta tarea el usuario tiene que ingresar correctamente la clave que se le entrega al comienzo de cada sala para ingresar a la siguiente. Aquí se plantea la interrogante sobre cómo hacer para que el jugador ingrese la clave puesto que no dispone de un teclado. Como solución, se decide implementar un teclado virtual que el estudiante deberá presionar con sus manos, también virtuales. Para su creación, se vuelve a repetir el proceso de crear una interfaz, para luego añadir la lógica de programación correspondiente. La interfaz creada del teclado tiene un diseño minimalista, donde las teclas a presionar son exactamente las que participarán de la contraseña, no más, de lo contrario añadiría demasiada complejidad para el jugador y mucha más lógica de programación. Además de las teclas de la clave, se crean dos teclas importantes, una de borrar y otra de aceptar. Luego, puesto que son seis salas, se necesitan seis teclados, no obstante, el primer teclado creado se dispone como prueba para que el usuario experimente antes de comenzar, por lo que en total hay 7 teclados. Por último, se puede inferir que si existe un teclado, debe existir una pantalla, en consecuencia se crea una interfaz negra que la simula, la cual se posiciona levemente por encima del teclado.



Figura 27: Ingresar la clave - interfaz de prueba de teclado y pantalla.  
Fuente: Elaboración propia.

La fase más complicada de los tres desafíos es la que viene a continuación, debido a que es necesario considerar numerosas variables. Entre ellas, se requiere que las teclas del teclado puedan ser presionadas y que la pulsación se visualice en la pantalla. Además, al presionar la tecla de borrar, debe desaparecer la última tecla ingresada. Es importante que no se pueda presionar la misma tecla dos veces para así evitar errores involuntarios del usuario. Por último, puesto que el teclado debía ser replicado seis veces con diferentes teclas, el *script* dentro del teclado debía ser reutilizable para evitar escribir seis *scripts* diferentes, lo cual también es un desafío considerable.

Para permitir que las teclas, que son elementos de UI, acepten y reconozcan pulsaciones, se les adjunta un *script* del SDK llamado "XR Simple Interactable", este hace que las teclas actúen de manera similar al botón de los desafíos anteriores, donde es posible emitir acciones cuando alguna entidad, en este caso las manos del personaje, las presione. Después, para reconocer la tecla específica que se pulsa y almacenarla, se configura el *XR Simple Interactable* en cada tecla para que, al pulsarlas, emitan una señal a un *script* central que se encarga de: almacenar cuál es la contraseña esperada de la sala particular, añadir a una lista la tecla que se pulsó (comprobando que no se haya presionado ya), remover de la lista la última tecla pulsada si se oprimió la tecla de borrar, y chequear la contraseña cuando se pulsa la tecla de aceptar; cuando se oprime esta última, se conecta también al código del cronómetro para detener el tiempo. Por último, el *script* central del teclado se comunica con otro vinculado a la pantalla, de forma que este último recibe la tecla pulsada, y con ello se puede plasmar en la interfaz para que el usuario pueda ver qué tecla pulsó.



Figura 28: Ingresar la clave - pulsación de teclas y visualización en pantalla.  
Fuente: Elaboración propia.

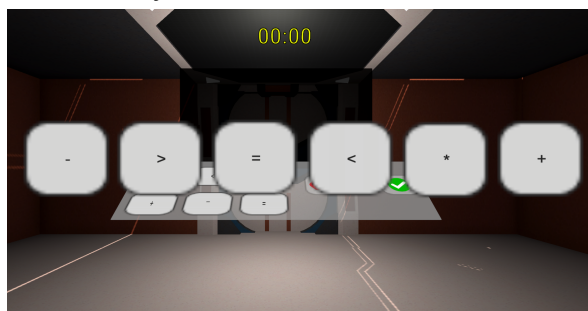
Terminada la mecánica principal del desafío, se construyen seis salas en secuencia, separadas por una puerta. Dentro de cada sala se introduce el teclado creado, donde se configura en cada una cuál es la clave esperada. Se establece que tres claves deben ser entregadas de forma visual, y tres verbalmente. La mecánica para entregar las contraseñas al usuario es similar a lo planteado en los laberintos: se debe pulsar un botón, se muestra una imagen o se reproduce un audio, para luego comenzar el nivel, reanudar el tiempo y que el jugador ingrese el código que recuerda.

Las tres claves entregadas de forma visual consisten en una secuencia de: cuatro emojis, cinco flechas con direcciones diferentes, y seis símbolos matemáticos; cada secuencia puede observarse por cuatro, cinco, y seis segundos, respectivamente.



(a) Contraseña de emojis.

(b) Contraseña de flechas.



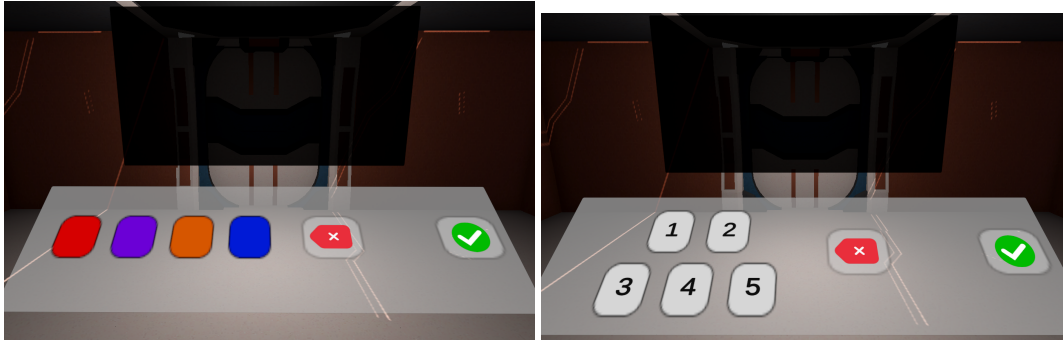
(c) Contraseña de símbolos matemáticos.

Figura 29: Ingresar la clave - secuencia visual de las contraseñas.

Fuente: Elaboración propia.

Para las secuencias entregadas de forma verbal, se recurre a la ya utilizada herramienta de texto a voz de la aplicación Clipchamp. Aquí, las secuencias de claves, entregadas de forma oral, que debe ingresar el usuario consisten en:

- Una secuencia de cuatro colores (rojo, azul, naranja, violeta).
- En base a una secuencia de cinco números, de uno a cinco (2, 4, 1, 5 y 3), ingresar dicha secuencia, pero de forma inversa.
- A partir de seis cortos sonidos ambientales (un tren, una guitarra, un pato, un león, un auto, y una campana), se debe pulsar, en el mismo orden, las teclas con imágenes de los sonidos.



(a) Teclas con colores.

(b) Teclas numéricas.



(c) Teclas con imágenes representativas.

Figura 30: Ingresar la clave - teclados dispuestos para contraseñas verbales.

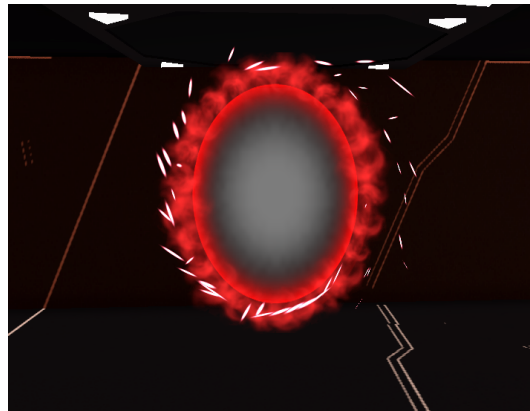
Fuente: Elaboración propia.

Antes de concluir este desafío, se incluyen ciertos detalles. Por ejemplo, si al presionar la tecla de aceptar, la contraseña es correcta, entonces el usuario visualiza una figura de *check* verde junto con un corto sonido; si es incorrecta, observa una imagen roja con forma de "x", también con un breve sonido. Además, la estructura de las contraseñas son de forma intercalada, es decir, luego de una contraseña visual, le sigue una verbal, luego una visual, y así sucesivamente. Asimismo, se añade que las puertas automáticas sólo funcionen al momento en que el usuario presione la tecla de aceptar. Por último, luego de la sala seis, existe una última que contiene el típico portal que transporta al jugador a la siguiente escena.



(a) Imagen de respuesta correcta.

(b) Imagen de respuesta incorrecta.



(c) Portal de finalización del desafío.

Figura 31: Ingresar la clave - detalles y portal de cierre del desafío.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.9.5. Escenarios secundarios

Una vez terminados los escenarios principales, se desarrollan los escenarios de tipo cuestionario, de bienvenida y despedida. Como aclaración para las escenas de tipo cuestionario, si bien puede pensarse que estos deberían estar entre los escenarios principales debido a su relación directa con el estudio en cuestión, se decide categorizarlos como secundarios debido a que no representan una mayor complejidad en su construcción.

Se comienza por los escenarios relacionados con el ILS de Felder-Silverman, los cuales son tres. La estructura de los entornos es prácticamente idéntica y bastante sencilla; consta de una sala, en su mayoría compuesta de paneles transparentes, con una interrogante en una de las paredes. Cada oración posee dos alternativas opuestas a su lado, donde el usuario debe elegir la que mejor lo represente (ver figura 32). La elección se hace a través de los ya

utilizados portales los cuales llevan a la siguiente escena. Las preguntas y las posibles respuestas, que pueden visualizarse en la tabla 1, fueron redactadas por el cliente y tomando como referencia el cuestionario original (nótese que en la tabla se presentan cuatro interrogantes, en el siguiente párrafo se entiende el por qué). El orden planteado de las preguntas no tiene un objetivo particular, y la respuesta seleccionada no influye de manera alguna en la experiencia.

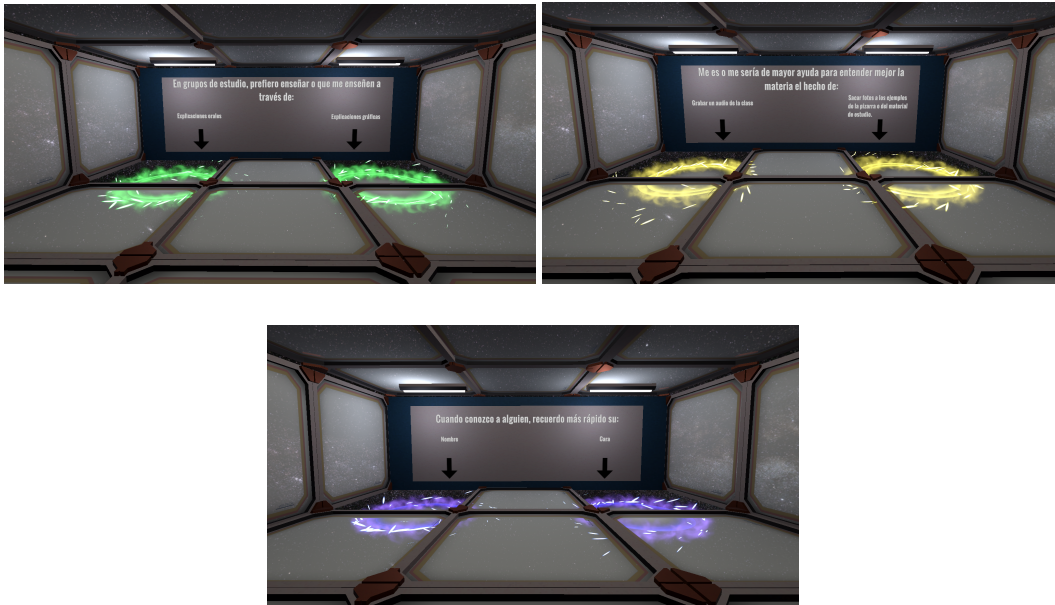
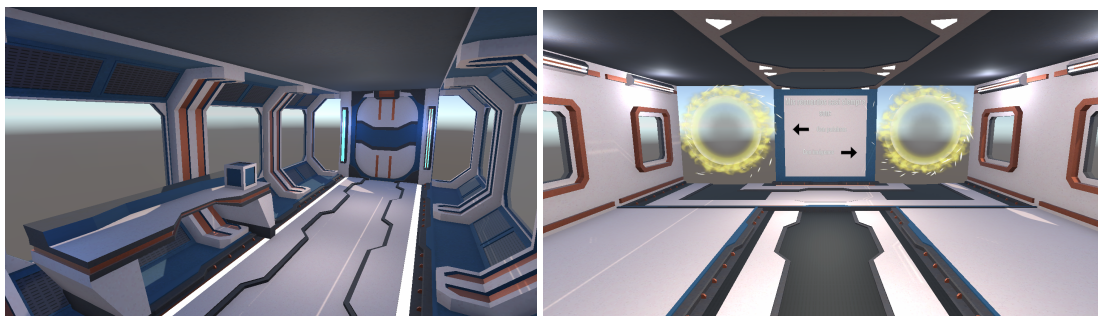


Figura 32: Escenarios tipo cuestionario.  
Fuente: Elaboración propia.

Interrogante	Respuesta Visual	Respuesta Verbal
Mis recuerdos casi siempre son	Con imágenes	Con palabras
Me es o me sería de mayor ayuda para entender mejor la materia el hecho de	Tomar fotos a los ejemplos de la pizarra o del material de estudio	Grabar un audio de la clase
En grupos de estudio, prefiero enseñar o que me enseñen a través de	Explicaciones gráficas	Explicaciones orales
Cuando conozco a alguien, recuerdo más rápido	Su cara	Su nombre

Tabla 1: Interrogantes y sus posibles respuestas en escenarios tipo cuestionario.  
Fuente: Elaboración propia.

Luego, se realiza el escenario de bienvenida, que consiste en dos salas separadas por una puerta. La primera sala está destinada a presentar la experiencia, a explicar de qué trata y ayudar al usuario con los controles e interacciones. Se le presenta también un objeto de prueba para que pueda interactuar con él y acostumbrarse a los movimientos. La segunda sala tiene por objetivo introducirlo a lo que serán las preguntas tipo cuestionario, donde se le expone una primera interrogante en la que debe elegir el camino de la misma forma que lo descrito en el párrafo anterior.



(a) Escenario de bienvenida: Sala 1.

(b) Escenario de bienvenida: Sala 2.

Figura 33: Escenario de bienvenida.

Fuente: Elaboración propia.

El último escenario que se plantea a desarrollar es, irónicamente, el de finalización de la experiencia. En esta última escena no hay un entorno ni ningún tipo de estructura, sólo es un video (realizado con Clipchamp) de despedida al usuario, donde se le agradece su participación, deseando que haya disfrutado la experiencia, y mencionando que ya puede retirarse las gafas.



Figura 34: Video de finalización de la experiencia.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.9.6. Funcionalidades secundarias y detalles

Como último punto, a fin de que el usuario tenga una mejor experiencia, se implementan algunos detalles y funcionalidades.

Primero, como ya sea había dicho que se haría anteriormente, se construye un narrador para que sirva de guía hacia el jugador. Utilizando la ya mencionada herramienta de texto a voz, se crean los audios correspondientes a cada etapa de la experiencia, como por ejemplo en la bienvenida, al comienzo de cada desafío, y al finalizar el videojuego. Para el audio de bienvenida, se le da al estudiante una pequeña introducción de lo que vivirá, se le informa la finalidad de todo el proceso, pero sin mayores detalles para no afectar el estudio. Se le notifica la duración aproximada que le tomará, impulsando a que realice cualquier consulta al moderador en el caso que no entienda algo. También, se le mencionan los controles para moverse e interactuar, explicación que se ve reforzada a través de imágenes ilustrativas, marcándose en rojo el botón al que se refiere el narrador.

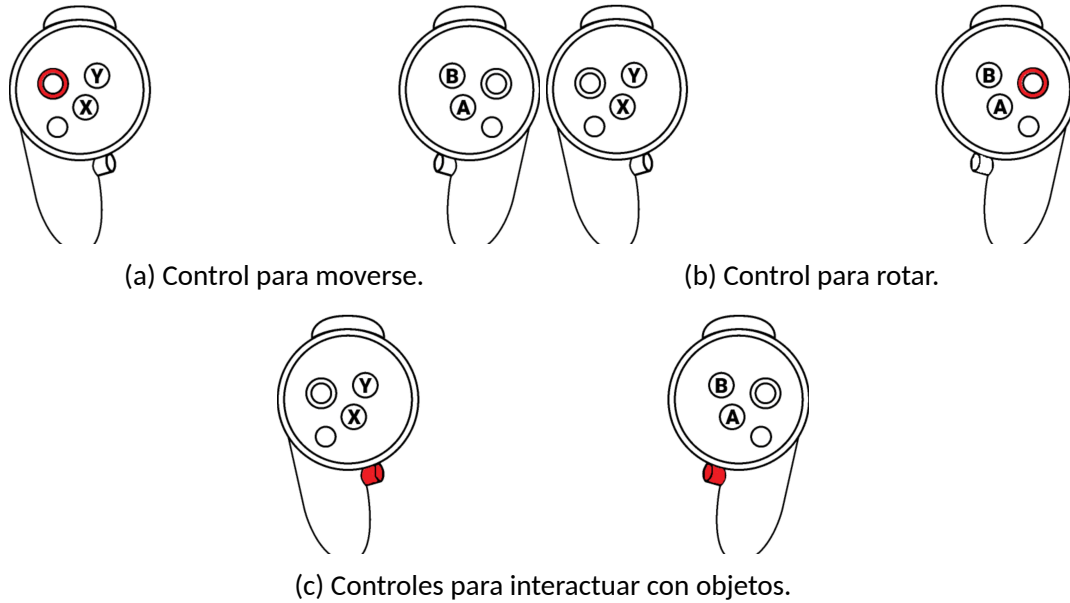


Figura 35: Explicación de los controles.  
Fuente: Elaboración propia.

Para que el narrador hable en el momento preciso, se requiere de un sistema de activación que lo haga hablar oportunamente, esto se logra mediante el uso de los “triggers”. De forma simple, un *trigger* puede entenderse como una variante de un *collider*, con la diferencia de que no ejerce ninguna fuerza física sobre los objetos que entran en él, esto quiere decir que se puede detectar fácilmente a una entidad (el personaje en este caso) sin necesidad de que ésta interactúe directamente. Esta característica ya viene incorporada en Unity, por lo que solo hace falta configurar dónde usarla. Una vez hecho esto, y luego de hacer el vínculo del *trigger* con un *script* creado, cuando el jugador entre en una zona específica que requiera del narrador, este interactuará con un *trigger* sin saberlo, provocando la reproducción del audio correspondiente.

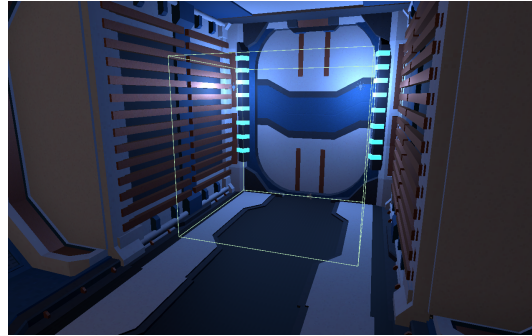
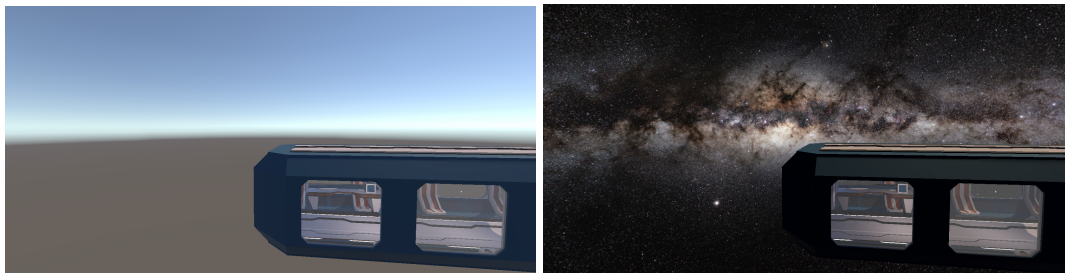


Figura 36: Ejemplo de un *trigger* al comienzo del laberinto verbal que reproduce un audio del narrador al pasar por la zona.

Fuente: Elaboración propia.

Pasando ahora a un punto estético, el “cielo” u horizonte de la experiencia (*skybox*) por defecto que posee Unity no tiene mucha relación con la temática futurista seleccionada, por lo que se decide añadir uno que esté en sintonía y que brinde una atmósfera acorde. Para esto, se añade un *skybox* que simula como si el jugador estuviese adentrado en el espacio profundo, donde puede observar la Vía Láctea y sus millones de estrellas.



(a) *Skybox* por defecto.

(b) *Skybox* implementado.

Figura 37: *Skybox* por defecto vs. el implementado.

Fuente: Elaboración propia.

Otra funcionalidad que, si bien es secundaria, no deja de ser importante, tiene que ver con la conexión de las escenas. Como se ha podido observar, se implementaron numerosos portales donde se habló que, al cruzarlos, se transporta al personaje al siguiente escenario. Esta funcionalidad se logra nuevamente a través del uso de los *triggers* y su respectivo vínculo a un *script* propio. Al posicionar el *trigger* en la misma posición donde está el portal, el *script* asociado indica hacia qué escena debe teletransportarse el personaje cuando lo toque, dando la sensación que realmente está atravesando un portal, cuando realmente está colisionando con un *trigger*. Una vez implementada esta funcionalidad en todos los portales, el orden de las escenas queda de la siguiente forma: **Bienvenida - Laberintos - Cuestionario: Escenario 1 - Ordenar la sala (video explicativo y luego desafío) - Cuestionario: Escenario 2 - Ingresar la clave - Cuestionario: Escenario 3 - Fin y despedida.**

Para culminar esta experiencia de realidad virtual, se añaden detalles como sonidos ambientales, audios al caminar y al abrir compuertas, iluminación para que el jugador pueda apreciar todo de manera clara, afinación de ciertos parámetros y correcciones de *bugs*. Así, se da por finalizado el desarrollo de una primera versión estable, dejando el pase libre al test con usuarios reales. Por supuesto, se han omitido detalles menores que no habrían aportado contenido demasiado relevante para la lectura, además de haberla extendido mucho más. En general, los puntos más importantes son los que han sido mencionados.

## CAPÍTULO 4

### VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

La propuesta de solución presentada de una experiencia de realidad virtual que apoye a la detección de estilos de aprendizaje mediante una forma novedosa y entretenida, requiere que sea puesta a prueba. Como se mencionó anteriormente, la aplicación está pensada para que sea utilizada en un contexto universitario, específicamente en estudiantes de primer año para ir en ayuda de estos, es por ello que las secciones y los resultados que se mostrarán a continuación fueron trabajados dentro de este mismo ambiente.

#### 4.1. Nombre de la aplicación

Antes de entrar con el tema fuerte del capítulo, es importante mencionar lo siguiente.

Hasta el momento, en ninguna parte de la redacción de este documento se había hecho algún comentario o alusión hacia el nombre que tendría la experiencia virtual, esto fuertemente debido a que no se le había otorgado una mayor relevancia. Ahora, puesto que aplicación está en condiciones de ser probada por los estudiantes, se considera necesario añadirle un sello distintivo y de mayor profesionalismo a la misma. Dicho lo anterior, de ahora en adelante la aplicación será llamada **StylePath VR**.

#### 4.2. Resultados esperados

El apartado más significativo que se espera obtener al momento de validar la solución con usuarios reales es algo conciso. En el mejor de los casos, se espera que el estilo de aprendizaje detectado de los estudiantes, luego de analizar su desempeño en la aplicación, sea consistente con el perfil de aprendizaje que se obtiene de ellos a través de otros medios, como el cuestionario ILS. Para poder lograr un análisis del jugador, éste debe demostrar ciertas señales indicativas, como puede ser la dificultad en realizar tareas que involucren una dimensión particular, o el retener de mejor manera las instrucciones entregadas de una forma específica. Por ende, es esperable que el usuario entregue indicios o comportamientos característicos que posibiliten su correcto análisis.

En cuanto a aspectos que no se enfocan principalmente en el estudio, se espera que los controles de la aplicación sean fáciles de aprender, que las indicaciones del narrador sean claras, y que los desafíos se comprendan a la perfección. Además, se tiene la expectativa que los jugadores no demoren más de 10 minutos en concretar toda la experiencia, lo cual implica que no se queden estancados en algún escenario ya sea por un error en su construcción, equivocaciones del usuario por instrucciones ambiguas, o algún otro factor. También, se espera

que la aplicación sea divertida para los estudiantes, resultando en un momento agradable para ellos.

Por último, un factor característico de la realidad virtual, a diferencia de otras tecnologías, es que puede ocasionar ciertos mareos hacia personas más propensas a ello. La aplicación fue construida teniendo en cuenta este punto, por lo que se espera que la experiencia no ocasione malestares.

### 4.3. Metodología

Para poder analizar si se cumple el punto más relevante mencionado, se propone que los usuarios primero jueguen de forma completa la aplicación, para después responder un cuestionario relacionado al ILS de Felder-Silverman. Así, es posible hacer la comparativa descrita y observar si existe una relación directa con lo jugado y lo respondido.

Por otro lado, como la idea también es saber si los estudiantes se divierten con la aplicación (ya que parte de la propuesta es introducir un método innovador y a la vez divertido para detectar estilos de aprendizaje en estudiantes), se plantea que estos respondan una breve encuesta luego de jugar, donde se abarquen preguntas de usabilidad, dificultad de los desafíos, entretenimiento, entre otros.

### 4.4. Testing preliminar

Con el fin de no llegar al testing oficial y que se presenten errores inesperados o situaciones poco gratas para los usuarios que pudiesen afectar sus decisiones o su desempeño, se decide realizar tres pruebas extraoficiales y así corregir o modificar ciertos puntos críticos y *bugs*. Estas pruebas se realizan en el Laboratorio de Desarrollo de Software (LDS), dentro de la USM.

En general, los usuarios cumplen de buena manera los desafíos y las tareas, exceptuando un caso particular donde se tuvo que intervenir debido a que el estudiante no escuchó correctamente una indicación debido al alto volumen de personas hablando dentro de la sala; es un lugar altamente concurrido por estudiantes de informática. Además, cabe destacar que los estudiantes de prueba ya habían tenido un acercamiento a alguna experiencia de realidad virtual, por lo que el buen desempeño podría variar en el siguiente testing.

En cuanto al *feedback* de los usuarios, se obtienen buenos comentarios, junto con algunos puntos de mejora muy fáciles y rápidos de mejorar. La mayor retroalimentación que se incorpora a la experiencia es la existencia de un menú principal, donde el usuario pueda tener el control de cuándo desea comenzar la experiencia. En el desarrollo de videojuegos, este menú es un punto bastante obvio, no obstante, no se le había asignado la mayor importancia

debido a que la aplicación aún está en una versión de pruebas, donde lo que más importa es analizar cómo los estudiantes se desenvuelven en el mundo virtual. De todas maneras, la incorporación de esta funcionalidad no genera mayores complicaciones, añadiéndose la escena justo antes del escenario denominado Bienvenida.



Figura 38: Menú principal de la experiencia.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5. Testing oficial

El día 12 y 13 de agosto de 2024 se realizan las pruebas de usuario oficiales dentro de la universidad, específicamente en el Laboratorio UX. Este espacio, además de tener mucha mejor acústica en comparación con el test extraoficial, posee todos los implementos necesarios para llevar a cabo un test con usuarios: cámaras, micrófonos, una sala aparte para monitorear al individuo, conexiones, etc.

Mediante la difusión de un correo electrónico, se invita a estudiantes de primer año (y algunos de años mayores) a participar voluntariamente de la primera versión de la aplicación. A esta invitación responden 9 estudiantes, 3 de años superiores y 6 de primer año, todos estudiantes de Ingeniería Civil Informática en esta instancia (Tabla 8). De nuevo, se decide que la mayoría sean estudiantes nuevos por el motivo de que StylePath VR tiene el objetivo de ir en su ayuda, lo cual no quita que todo estudiante pueda experimentar la app.

Una vez contactados los estudiantes, se establece un procedimiento a seguir con ellos, desde su bienvenida hasta su despedida:

- Recibimiento y bienvenida a estudiante en sala UX.
- Breve descripción al estudiante sobre qué consta la aplicación, sin dar mayores detalles para no influenciar sus futuras decisiones o comportamientos.
- Estudiante firma consentimiento informado a través de código QR.
- Estudiante comienza y completa la experiencia virtual.

- A través de un nuevo código QR, el/la estudiante responde encuesta sobre StylePath VR.
- Estudiante escanea un último código QR que contiene un cuestionario con siete preguntas relacionadas a la dimensión visual vs. verbal de la teoría de Felder-Silverman.
- Se explica al estudiante el objetivo completo de la aplicación.
- Despedida al estudiante, agradeciendo su participación.



Figura 39: Test oficial con usuario real y moderador dentro de Laboratorio UX.

A diferencia de muchos test con usuarios, donde se le indica a estos de antemano la tarea que deben realizar, aquí no se procede de esa forma. Al ser una experiencia lineal y con instrucciones marcadas a través de un narrador sobre lo que debe hacer el jugador, éste último sólo debe enfocarse en completar la experiencia. Por supuesto se le informa que si posee alguna duda es libre de hacerla al moderador.

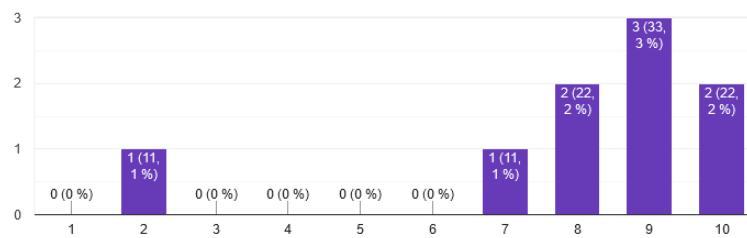
Por último, para poder examinar las decisiones del estudiante dentro del juego y luego contrastarlas con las respuestas en el cuestionario posterior, se requiere que la pantalla del jugador sea grabada, lo cual se le informa debidamente.

#### 4.6. Resultados obtenidos

Comenzando primero por los resultados obtenidos en la encuesta post-experiencia que involucra opiniones de los usuarios sobre StylePath VR, las preguntas involucran una escala de 1 a 10, donde mientras mayor es el valor, más positiva es la opinión, ya sea en términos de facilidad, claridad, diversión, etc.

¿Qué tan fácil fue la interacción con los controles de la aplicación? (mayor es más fácil)

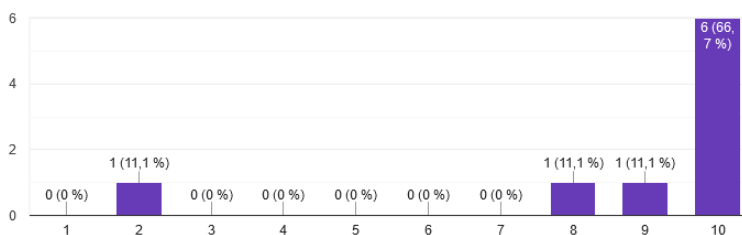
9 respuestas



(a) Dificultad en interacción con los controles.

¿Qué tan fácil fue entender las indicaciones del narrador?

9 respuestas



(b) Claridad con indicaciones del narrador.

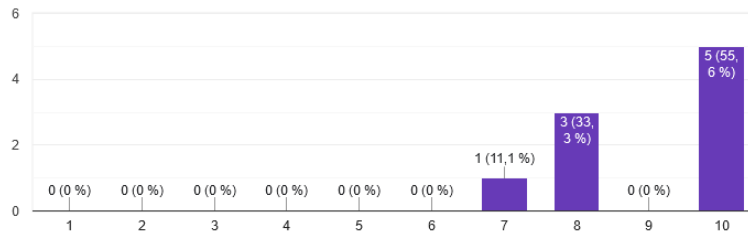
Figura 40: Preguntas sobre los controles e indicaciones del narrador.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la dificultad de los controles, se observa que la mayoría no tuvo mayores complicaciones. Esto se condice de forma directa con la pregunta siguiente, ya que prácticamente la mayoría de las indicaciones, por no decir todas, se señalan a través del narrador, incluyendo obviamente el cómo interactuar con los controles. Por lo tanto, si los controles no se entienden de forma correcta, es bastante probable que sea debido a que no se entendió completamente al narrador. Entre los problemas comentados por los estudiantes, que seguramente afectaron a la buena opinión, es al momento de rotar la cámara e interactuar con objetos. Al rotar la cámara, el movimiento del personaje es instantáneo, no fluido, lo cual perturbaba a veces la orientación del jugador, ya que si este se equivocaba al mover el *joystick*, aunque fuese leve el movimiento, la cámara rotaba en 35°. En cuanto a la interacción con objetos, cuando el narrador explica los controles, aparece la imagen (c) de la figura 35, aquí varios usuarios interpretan que los objetos debían tomarse presionando ambos botones, a pesar de que el narrador menciona que es posible tomar objetos mediante el botón izquierdo o derecho. Al querer tomar los objetos con ambas manos, se producían ciertos movimientos inesperados en estos, provocando algunas equivocaciones en el jugador. Cabe destacar que una gran parte de los usuarios nunca habían experimentado la realidad virtual.

¿Qué tan divertida crees que fue la aplicación? (mayor es más divertida)

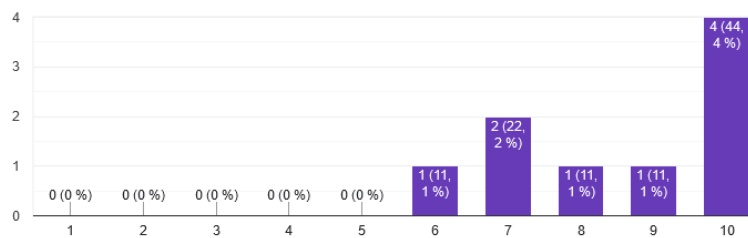
9 respuestas



(a) Nivel de diversión percibido.

¿Qué tan inmerso/a te sentiste dentro de la aplicación? (mayor es más inmerso@)

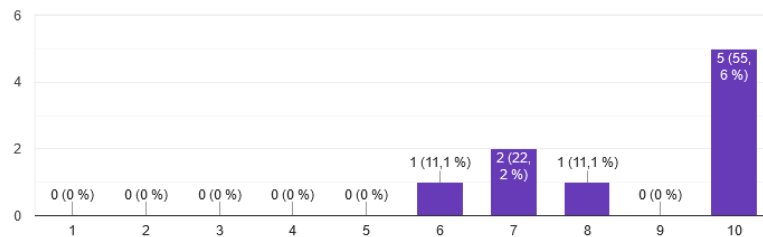
9 respuestas



(b) Nivel de inmersión dentro de la aplicación.

¿Qué tan atractiva visualmente te pareció la aplicación?

9 respuestas



(c) Percepción del apartado visual de la aplicación.

Figura 41: Niveles de diversión, inmersión y atractivo visual percibidos por los usuarios.

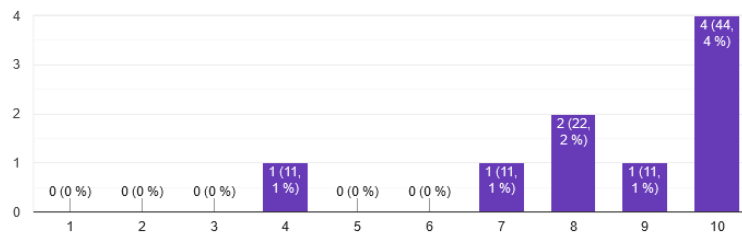
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al nivel de diversión que sintieron los estudiantes, se observa una buena impresión de su parte, donde no hay puntaje menor que siete. Tema similar ocurre con la sensación de inmersión dentro de la aplicación, donde la mayoría se siente bastante inmerso/a mientras juega. Por último, los puntajes son bastante parecidos respecto a la opinión sobre el atractivo visual de la aplicación, destacando la mayoría sobre puntaje siete. Entre las opiniones de mejora que se destacan, se mencionan ciertos errores de textura en algunas paredes, mejorar las decoraciones puesto que algunas habitaciones parecen un tanto vacías, y que los ruidos de los pasos del personaje puede resultar algo molesto en algunos casos. Claramente estos

aspectos, y los mencionados en el punto anterior sobre los controles, pueden influir en gran medida sobre la fluidez con que el estudiante se desenvuelve. Los errores, ruidos molestos o movimientos extraños, al afectar negativamente en la “desconexión” del estudiante de la realidad (inmersión), puede provocar frustración, y repercutir directamente en la sensación de entretenimiento.

Respecto al escenario de los laberintos ¿Qué tan fácil fue entender el desafío?

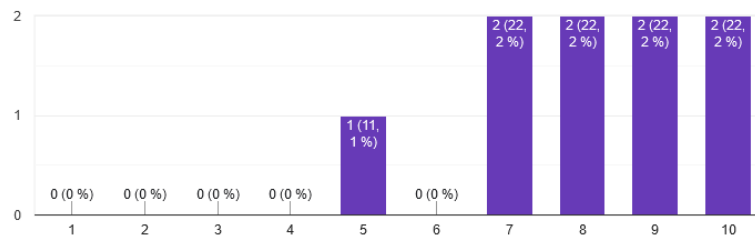
9 respuestas



(a) Complejidad al entender escenario Laberintos.

En cuanto al escenario de ordenar la sala ¿Qué tan fácil fue entender el desafío?

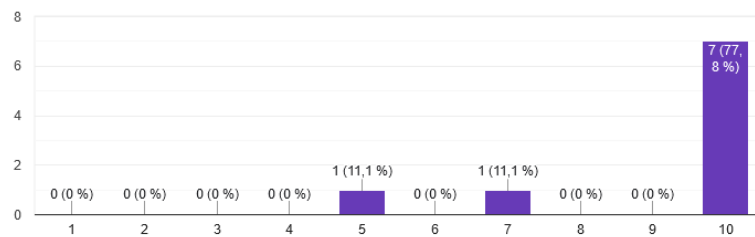
9 respuestas



(b) Complejidad al entender escenario Ordenar la Sala.

Para el desafío de las contraseñas ¿Qué tan fácil fue entender el desafío?

9 respuestas



(c) Complejidad al entender escenario Ingresar la Clave.

Figura 42: Dificultad de entendimiento de los escenarios principales.

Fuente: Elaboración propia.

Para las siguientes preguntas, en general, no existe una mayor dificultad para entender los desafíos, lo cual se visualiza tanto en las gráficas como en los comentarios que se reciben por parte de los usuarios. Los problemas que surgen son, en su mayoría, no por una indicación

poco clara del narrador, sino por la dificultad del desafío en sí. Por ejemplo, para el escenario del laberinto visual, existe más de un comentario de mejora vinculado a que el tiempo en que se muestra el mapa para su recorrido (figura 19) es bastante efímero, lo que no permite recordar de buena manera el camino a seguir. Esto se refleja en los usuarios en que, cuando están a medio camino o casi por finalizar el laberinto, comienzan a dudar y a tomar caminos erróneos, llegando al punto de pedir ayuda para pasar a la siguiente etapa. Como bien se mencionó en el capítulo pasado, el hecho de que fuesen tres segundos para observar el mapa tiene su finalidad, no obstante, esto no quita el hecho de que fuese demasiado complejo para los estudiantes, independiente de su afinidad visual o verbal. Respecto al escenario Ordenar la Sala, ocurre algo similar para el video explicativo de la tarea (figura 26), ya que más de un usuario menciona que el tiempo en que se muestran las indicaciones en pantalla podría durar un poco más; esto no quiere decir que no fuese posible recordar las posiciones, puesto que varios estudiantes pudieron recordar la mitad o más acerca de dónde debían ir los objetos. Por último, el desafío con mejores críticas es el relacionado a las contraseñas. Aquí, el mayor inconveniente que se comenta es que, para estudiantes con un nivel moderado o alto de miopía, la imagen (c) de la figura 29 no es posible observarla correctamente, dificultando su memorización.

A modo de resumen hasta el momento, StylePath VR obtiene un buen recibimiento por parte de los estudiantes, destacando su apartado visual y el entretenimiento que genera hacia los jugadores. Los usuarios, en su mayoría, entienden correctamente el objetivo propuesto en los desafíos y al momento de tomar las decisiones gracias a las indicaciones del narrador. En cuanto al cronómetro, los estudiantes no prestan mayor atención a este, enfocándose plenamente en completar correctamente la tarea, a pesar de llevar un buen rato estancados (como lo comentado con el laberinto visual). Como toda aplicación en sus primeras versiones, existen deficiencias que alteran la buena experiencia del usuario, deficiencias que van desde el manejo de los controles hasta dificultades con observar claramente las indicaciones. Respecto a malestares como mareos, sólo un estudiante menciona aquello, aunque en baja medida puesto que, afirma, es bastante propenso a ese tipo de malestar. En cuanto al tiempo demorado por los jugadores, todos están dentro del rango esperado (10 minutos), donde también todos completan satisfactoriamente la experiencia, a pesar de brindar ayuda en algunos.

Presentado todo lo anterior, es momento de hablar sobre el análisis que involucra a los estilos de aprendizaje. Esta fase también es trabajada bajo la supervisión del cliente.

Como se indicó previamente, se graba la pantalla del jugador durante la experiencia. Esto permite analizar en detalle el recorrido y las interacciones del estudiante, observando las decisiones que toma y las instrucciones a las que da prioridad. A partir de esta información, se infiere una posible tendencia del estudiante hacia una dimensión particular (visual o verbal). Posteriormente, se revisan las respuestas de los usuarios al cuestionario realizado luego de la experiencia para identificar si existe una correlación. Es importante recalcar que el video se analiza antes de examinar el cuestionario, para así evitar cualquier influencia que pueda sesgar el las observaciones.

El procedimiento para analizar los videos es el siguiente. Primero, se observa el desempeño del usuario en los desafíos, siguiendo la secuencia definida (Laberintos, Ordenar la sala, Ingresar la Clave). A partir de la observación, se aprecia aquello que mejor ha recordado el estudiante, lo que mejor entendió, o la tarea que se le hizo más fácil. Dado que son tres desafíos, se suma un puntaje de 1 hacia la dimensión con posible afinidad que presenta el estudiante en ese desafío en particular, o 0 si no existen indicios claros de preferencia. Por ejemplo, si en los laberintos se observa una tendencia visual, entonces se suma un punto a esta dimensión, y si en las siguientes dos tareas se contempla un acercamiento hacia lo verbal, entonces esta dimensión tendrá dos puntos, resultando en un punto a favor en lo verbal. De forma contraria, si en el análisis del desafío no se entrega suficiente información, entonces ninguna dimensión se lleva puntaje (neutro). Luego de esto, se analizan las decisiones tomadas en los cuatro portales con las preguntas planteadas en la tabla 1. Aquí, se sigue la misma dinámica que con los desafíos, con la única diferencia que la decisión tomada ya no vale un punto, sino dos. Esta resolución se toma debido a que existiría una falta de rigor al otorgarle la misma severidad (puntaje) a un análisis interpretativo o indirecto, como la observación de un comportamiento, que a algo tan explícito como lo es una pregunta. Con todo lo anterior, se pueden emitir rangos de tendencia hacia una dimensión específica (ver tabla 3). Por último, para contrastar el dictamen, se toma en cuenta el cuestionario respondido por los estudiantes que consta de siete preguntas (tabla 9), en el cual a cada una se le otorga un puntaje de uno, permitiendo también establecer intervalos de tendencia (tabla 4).

Desafío	Factores	Análisis
Laberintos	Tiempo en cada laberinto.	Laberintos poseen la misma extensión. Una diferencia de más de 15 segundos se marca como tendencia.
	Porcentaje recordado correctamente.	Se analiza porcentaje del mapa y cantidad de luces recordadas.
	Solicitud de ayuda.	Es posible que usuario solicite ayuda en un laberinto por sobre otro.
Ordenar la sala	Prioridad en orden de objetos.	El usuario puede decidir primero ordenar objetos entregados de forma visual o verbal.
	Porcentaje recordado correctamente.	Se analiza la cantidad ordenada correctamente.
	Seguridad en orden de objetos.	No se toman en cuenta los objetos ordenados fortuitamente.
Ingresar la clave	Cantidad de contraseñas ingresadas correctamente (por dimensión).	La tendencia dependerá si recuerda más contraseñas entregadas de forma visual o verbal.

Tabla 2: Factores que influyen en asignación de puntaje para desafíos de StylePath VR.  
Fuente: Elaboración propia.

Diferencia	Tendencia
Entre 1 y 3	Tendencia débil
Entre 4 y 7	Tendencia moderada
Entre 8 y 11	Tendencia fuerte

Tabla 3: Tendencia hacia dimensión específica dependiendo de diferencia de puntaje, en base a análisis del jugador en StylePath VR.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Diferencia</b>	<b>Tendencia</b>
Entre 1 y 2	Tendencia débil
Entre 3 y 4	Tendencia moderada
Entre 5 y 7	Tendencia fuerte

Tabla 4: Tendencia hacia dimensión específica dependiendo de diferencia de puntaje, en base a cuestionario respondido por estudiantes.

Fuente: Elaboración propia.

Es pertinente destacar que todo este procedimiento de puntajes se realiza tratando de seguir la misma dinámica que el cuestionario real mostrado en la figura 7.

A continuación se muestra la tabla con el análisis de los usuarios y su respectiva resolución de tendencia (para mayor detalle ver tabla 10). Los nombres de los estudiantes se omiten puesto que no se considera relevante para la información.

<b>Usuario</b>	<b>Laberintos</b>	<b>Ordenar la Sala</b>	<b>Ingresar la Clave</b>	<b>Portal decisión 1</b>	<b>Portal decisión 2</b>	<b>Portal decisión 3</b>	<b>Portal decisión 4</b>	<b>Tendencia analizada</b>
1	Verbal	Verbal	Neutro	Visual	Verbal	Verbal	Visual	<b>Verbal débil</b>
2	Verbal	Verbal	Neutro	Visual	Visual	Visual	Verbal	<b>Visual débil</b>
3	Neutro	Verbal	Neutra	Visual	Verbal	Visual	Verbal	<b>Verbal débil</b>
4	Verbal	Visual	Neutro	Verbal	Visual	Visual	Visual	<b>Visual moderada</b>
5	Neutro	Visual	Visual	Verbal	Visual	Verbal	Visual	<b>Visual débil</b>
6	Neutro	Verbal	Neutro	Visual	Visual	Verbal	Visual	<b>Visual débil</b>
7	Visual	Visual	Neutro	Verbal	Visual	Verbal	Visual	<b>Visual débil</b>
8	Neutro	Verbal	Verbal	Visual	Visual	Verbal	Visual	<b>Visual débil</b>
9	Verbal	Verbal	Neutro	Visual	Visual	Visual	Visual	<b>Visual moderada</b>

Tabla 5: Perfil de aprendizaje, en dimensión visual vs. verbal, analizado de los estudiantes en base a StylePath VR.

Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis, se examina la tendencia de los estudiantes en base al cuestionario que respondieron (tabla 6).

<b>Estudiante</b>	<b>Tendencia cuestionario</b>
1	Visual débil
2	Visual fuerte
3	Visual fuerte
4	Verbal moderada
5	Visual débil
6	Visual débil
7	Verbal moderada
8	Visual débil
9	Visual moderada

Tabla 6: Perfil de aprendizaje, en dimensión visual vs. verbal, analizado de los estudiantes en base a cuestionario.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla a continuación muestra la comparativa final entre el estilo de aprendizaje observado en StylePath VR y lo obtenido en el cuestionario.

Estudiante	Tendencia en StylePath VR	Tendencia cuestionario
1	Verbal débil	Visual débil
2	Visual débil	Visual fuerte
3	Verbal débil	Visual fuerte
4	Visual moderada	Verbal moderada
5	Visual débil	Visual débil
6	Visual débil	Visual débil
7	Visual débil	Verbal moderada
8	Visual débil	Visual débil
9	Visual moderada	Visual moderada

Tabla 7: Comparativa de estilo de aprendizaje obtenido en StylePath VR y cuestionario.  
Fuente: Elaboración propia.

Si la resolución de los perfiles se hubiese restringido sólo a visual o verbal y no con intervalos de tendencia, entonces los resultados habrían ocultado una fracción pequeña pero importante de información, donde la comparativa evidenciaría que cinco de nueve estilos de aprendizaje se detectaron exitosamente. Al añadir los rangos, se observa que solo en cuatro estudiantes existe una coincidencia **exacta** (5, 6, 8 y 9) entre lo analizado en StylePath VR y el cuestionario respondido, mientras que para el estudiante 2 solo existe una similitud. Siguiendo la misma dinámica, se habría observado que los cuatro estudiantes restantes tendrían afinidades diametralmente opuestas, mientras que con la implementación de los intervalos se reduce a dos diferencias sustanciales (3 y 4) y dos inconsistencias un tanto menores (1 y 7).

Un tema que llama mucho la atención es que, como se puede observar en las preguntas del cuestionario de la tabla 9) y las preguntas presentadas dentro de StylePath VR (tabla 1), hay una gran similitud entre ellas. Con esto se pretendía que, cuando los usuarios jugasen al videojuego y seleccionaran el portal que mejor los representase, se pudiese observar la misma elección a través de las preguntas similares del cuestionario posterior. Es interesante ver cómo esto **no** se cumple para varios estudiantes, donde las respuestas marcadas en ambos formatos parecieran ser, a veces, una especie de contradicción a su pensamiento. Cabe destacar, por supuesto, que el contexto de las respuestas es bastante diferente; en la experiencia virtual, el usuario, al tener el entusiasmo característico de jugar un videojuego, es posible que no reflexionase su decisión y que ésta fuese impulsada por una parte inconsciente (lo cual era en parte lo que se buscaba). En el cuestionario, al estar en tranquilidad,

sin tiempo y sin presiones, las decisiones pudieron tener un mayor razonamiento, donde no se descarta que se presentase el sentimiento de no saber qué opción elegir, inclinándose al final por aquella que era todo lo contrario a lo que eligieron en StylePath VR. Tampoco se descartan posibles errores de lectura o selección de alternativas al azar, tanto para el juego como para el cuestionario, aunque para el primero esto no se observa.

Otro punto importante que pudo afectar en los resultados son los tres escenarios principales de la aplicación. El examen hacia los usuarios para cuando completan los desafíos, no es otro más que la observación de sus comportamientos, hacia sus dificultades y a aquello que otorgan prioridad. En teoría, para que el análisis fuese lo más justo posible, la dificultad de las tareas que conllevan una dimensión visual o verbal deberían ser **exactamente** las mismas, de lo contrario se estaría sacando una conclusión de una posible afinidad a partir de desafíos radicalmente diferentes. Para los tres escenarios se trató de seguir esta idea donde, para los laberintos, la extensión de estos era la misma, sólo variaba la pista; para el orden de la sala, las posiciones de los objetos a ordenar se mostraban intercaladamente de una manera visual o verbal en el video explicativo; por último, para las contraseñas, la longitud de estas aumentaba en la misma forma para visual y verbal a medida que se superaban los niveles. Claramente la aplicación no es y no puede ser perfecta, y así lo reflejan varios de los comentarios de los usuarios que la jugaron. En los laberintos se nota una clara diferencia en la dificultad dependiendo de cada dimensión, donde la visual sería significativamente mayor en complejidad debido al tiempo insuficiente en que se observa el mapa. En Ordenar la Sala, el tiempo que se mostraban las posiciones de los objetos era algo reducida, lo que fácilmente podía provocar que el usuario recordara sólo la primera posición (cubo) de buena manera, mientras que sería muy difícil memorizar las siguientes; de hecho, la mayoría de los participantes recuerdan la posición del cubo. Finalizando con Ingresar la Clave, aquí puede ocurrir lo contrario, ya que muchos recuerdan de buena manera la mayoría o todas las contraseñas, lo que lleva a pensar que el nivel sería un tanto simple en complejidad, no permitiendo observar indicios relevantes.

En cuanto al cuestionario, es importante señalar que el puntaje total era de solo 7, mientras que en la experiencia virtual los puntajes sumaban 11. No se puede descartar que los resultados puedan variar si se modificara el número de preguntas en el cuestionario. Sin embargo, podría ser complicado agregar nuevas preguntas que no sean similares a las ya existentes, dado que todas se centran en preferencias entre observar o leer/escuchar. A pesar de aquello, esto también podría tener un aspecto positivo, ya que, si las preguntas son muy similares, sería lógico esperar que los individuos respondieran de manera consistente.

A pesar de las incongruencias junto a sus posibles causas, no está de más volver a mencionar cómo en cuatro casos (y uno de forma parcial), se observa una relación directa entre lo jugado y lo respondido. Al igual que existían casos aparentemente contradictorios, están los que son consistentes. Sin duda, esto no quiere decir, por ningún motivo, que se esté exento de caer en falsos positivos, puesto que sólo se ha llevado a cabo un solo test con usuarios, requiriendo un mayor número de iteraciones para confirmar la validez de los resultados y asegurar que estos patrones se mantengan en diferentes contextos y con una muestra más representativa.

Una mayor cantidad de pruebas permitiría afinar el diseño y descartar posibles sesgos que puedan afectar la fiabilidad de los resultados obtenidos hasta ahora.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES

El trabajo realizado presenta un videojuego de realidad virtual llamado StylePath VR, el cual tiene la finalidad de apoyar y posibilitar la detección de estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios de primer año. En este contexto, los estudiantes enfrentan una serie de desafíos significativos durante su transición desde el colegio, como el aumento en la complejidad académica, mayores exigencias, la adaptación a un nuevo entorno, y la falta de personalización en la educación. Este último desafío se relaciona directamente con el concepto de estilos de aprendizaje, en donde la falta de consideración de este elemento en las aulas repercute, como bien lo señalan diversas fuentes, en la disminución de la motivación de los estudiantes. El desarrollo de esta memoria se trabajó tomando en cuenta cómo la motivación influye de manera directa en el aprendizaje de los individuos, donde su decremento se puede ver reflejado en un rendimiento deficiente o decreciente.

Utilizando Unity, trabajando en conjunto a un psicólogo y utilizando como referencia la dimensión Visual vs. Verbal del modelo de Felder-Silverman, se construye la primera versión estable de la solución propuesta, consistiendo en un videojuego de realidad virtual que involucra desafíos y decisiones.

Posteriormente, se realiza el testing de usuario correspondiente, reuniendo a nueve estudiantes de la USM para que probasen la aplicación. Al grabar su pantalla, y posteriormente solicitarles responder un cuestionario relacionado a la dimensión visual vs. verbal del modelo, se plantea observar y hacer un análisis sobre si el estilo de aprendizaje deducido de la grabación es consistente con las respuestas del cuestionario.

Entre los comentarios positivos de los usuarios tras la experiencia, destacan aspectos como la diversión, la ambientación, la estética y el nivel de inmersión. En cuanto a las sugerencias de mejora, los usuarios recomiendan ajustar la dificultad de ciertos desafíos, enriquecer los detalles en algunos espacios y perfeccionar la interacción con los controles de movimiento y la rotación de la cámara. En general, los usuarios disfrutaron de la experiencia y muestran un compromiso notable con el objetivo del videojuego.

De forma precisa, en cuatro de nueve estudiantes se observa una consistencia de estilo de aprendizaje entre la experiencia virtual y el cuestionario, mientras que solo para un estudiante coincide la dimensión pero no la tendencia exacta (tabla 7). Por otro lado, entre los cuatro estudiantes donde no coinciden los resultados, dos son de forma diametralmente opuestas y dos de forma más leve.

## 5.1. Cumplimiento de objetivos

En esta memoria se abordaron varios objetivos que sirvieron como guía a lo largo del proyecto. A continuación se detallan:

### 1. Examinar la teoría de estilos de aprendizaje.

En la sección 1.2 y en gran parte del capítulo 2, se aborda de manera explícita la teoría de los estilos de aprendizaje, destacando sus inicios, mencionando también tres modelos con bastante literatura y discusión, la relación que existe entre la teoría y la motivación de los estudiantes, y abarcando las críticas que esta presenta. En consecuencia, este objetivo se toma como logrado.

### 2. Definir el uso de un modelo específico para ser aplicado en el desarrollo de una experiencia de realidad virtual.

Específicamente, en la sección 3.2 se menciona la elección del modelo. Dado el contexto en que este trabajo se desarrolla, y dada la afinidad entre el modelo y la construcción de una aplicación de realidad virtual, se opta por trabajar con el modelo de Felder-Silverman. Por ende, este objetivo se declara como completado.

### 3. Analizar referentes de videojuegos que se utilizan para determinar estilos de aprendizaje.

La literatura que involucra estilos de aprendizajes es extensa, no así las que relacionan detección de estilos de aprendizaje y videojuegos. No obstante, a pesar de la escasa bibliografía que se asemeje a lo planteado en esta memoria, en la sección 2.3 se brinda información relevante de dos autores que utilizaron videojuegos como parte del proceso de la detección de estilos de aprendizaje. Por lo anterior, el objetivo se considera como logrado.

### 4. Implementar y validar un producto mínimo viable de realidad virtual que posibilite la distinción de estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería de primer año de la USM.

El capítulo 3 y 4 aborda este gran desafío. Se comienza por entregar detalles de todo lo necesario que la aplicación debía tener, para luego mostrar su desarrollo en Unity. Posteriormente, con la primera versión lista, se procede a validar la solución con usuarios dentro la USM. Se podría argumentar que el objetivo se cumple parcialmente debido a que no es posible detectar con total seguridad los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Si bien esto último es cierto, en ningún momento se planteó la detección precisa y confiable de estilos de aprendizaje, sino que para este primer acercamiento, teniendo en cuenta el acotado cumplimiento de plazos, sólo se formuló que la aplicación **posibilite** la distinción de estilos. StylePath VR, al permitir el análisis de los usuarios, de sus comportamientos, decisiones y actitudes, **posibilita** la inferencia de su estilo de aprendizaje. Dicho todo esto, el objetivo se marca como cumplido.

Expresado todo lo anterior, y puesto que cada objetivo planteado pudo ser cumplido, es posible mencionar que el objetivo general de este trabajo ha sido cumplido, el cual dice lo siguiente: **Desarrollar una experiencia de realidad virtual que posibilite la identificación de los estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios de primer año, con el propósito de que la enseñanza pueda ser personalizada y así aumentar la motivación de los mismos.** Claramente la segunda mitad de este objetivo requiere trabajo externo.

## 5.2. Limitaciones

A pesar del cumplimiento de los objetivos, el presente trabajo no estuvo exento de complicaciones que llevaron a acotar el alcance del mismo.

Entre los factores más significativos se encuentra el tiempo. Para cumplir con los plazos establecidos, fue necesario tomar decisiones que afectaron la profundidad de ciertos aspectos tanto en la investigación como en el desarrollo de la aplicación de realidad virtual, siendo este último el más impactado. Uno de los mayores desafíos al desarrollar *software* es la estimación precisa de tiempos, problema que se intensifica cuando la experiencia es limitada, derivando a descartar ideas o funcionalidades para poder avanzar. Por ejemplo, para optimizar el tiempo se tuvo a recurrir a *assets* preconstruidos por terceros, lo que si bien aceleró el desarrollo, limitó la personalización. Asimismo, se omitieron detalles que podrían haber hecho la aplicación más atractiva para los estudiantes, como la interacción con personajes no jugables (NPCs), efectos lumínicos y sonoros más elaborados, animaciones adicionales, y una mayor interacción del jugador con sus manos. Todas estas funcionalidades habrían requerido pruebas adicionales con nuevos usuarios, lo que fácilmente podría extender el proceso de desarrollo a un año o más.

Por otro lado, la experiencia con el desarrollo de entornos virtuales también desempeñó un papel importante en las limitaciones del proyecto. Aunque se contaba con un conocimiento previo en esta área, dicho conocimiento no fue suficiente para evitar la aparición de ciertas malas prácticas en el desarrollo de la aplicación, específicamente en la generación de código en C#. Estas prácticas resultaron en un código que, en algunos casos, era poco legible y difícilmente reutilizable o de mantener, lo que generó una deuda técnica que requerirá una refactorización en el futuro. También, la falta de experiencia (combinado con el cumplimiento de plazos) influyó en tomas de decisiones rápidas que desembocaron en una funcionalidad de menor calidad. Esto se puede ver en ciertos elementos de la aplicación, como por ejemplo en las interfaces de usuario, en la estética de algunos botones dentro de escenarios, en la retroalimentación al usuario sobre sus acciones, etc. Sin duda que, para una primera versión, aquellos apartados pueden considerarse como detalles menores, sin embargo, si se hubiese tenido un conocimiento mayor de la tecnología, de programación orientada a objetos, y mayores plazos, la calidad del prototipo habría sido considerablemente superior.

Como última limitación significativa, que también se relaciona con el factor tiempo, fue la dificultad para acceder a un número adecuado de usuarios para realizar pruebas. La tarea

de reunir estudiantes con la disponibilidad y disposición para participar voluntariamente en el estudio requirió una planificación anticipada que no siempre fue posible realizar con la debida antelación. Para los nueve usuarios que lograron experimentar la aplicación, la fase de testing tuvo que dividirse en dos días debido a problemas de horarios y compromisos académicos. Esta restricción en la cantidad de participantes redujo el alcance de los datos recopilados, lo que limitó la capacidad de hacer generalizaciones más amplias a partir de los resultados obtenidos.

Todas estas dificultades modificaron en cierto modo la estructura del trabajo, obligando a establecer prioridades y tomar decisiones inteligentes, aunque en ocasiones apresuradas. Sin embargo, en ningún momento se perdió de vista el objetivo central del proyecto. Se logró desarrollar una aplicación de realidad virtual que, aunque susceptible de mejora, cumple con la finalidad de apoyar la detección de estilos de aprendizaje en estudiantes, con el potencial de que su incorporación en el futuro pueda mejorar la motivación de los mismos en las aulas.

### **5.3. Trabajo futuro**

Como se puede observar con todo lo dicho hasta ahora, aún resta mucho trabajo por realizar.

Un punto de partida para el futuro de la aplicación es reflexionar sobre si el modelo de estilos de aprendizaje utilizado en este trabajo fue el más adecuado. Si bien se optó por dicho modelo debido a su origen en un contexto ingenieril, es importante reconsiderar si su aplicación generalizada es válida o si sería más apropiado explorar otros enfoques con mayor respaldo y/o más unificadores. Este replanteamiento podría ofrecer un marco más sólido para futuras iteraciones de la aplicación. En caso de que se determine continuar con el mismo modelo, podría ser conveniente discutir la incorporación de las demás dimensiones a StylePath VR (secuencial vs. global, sensitivo vs. intuitivo y activo vs. reflexivo). Claramente añadir las dimensiones restantes aumentaría la complejidad de la aplicación y la duración de la misma, por lo que sería interesante analizar el impacto de cada dimensión en cuanto al aprendizaje de los alumnos, y así ver la posibilidad de descartar alguna.

En cuanto a la aplicación, un aspecto prioritario para el futuro son las correcciones y mejoras basadas en las opiniones de los usuarios. Esto implica repensar la interacción con los controles, proporcionar explicaciones más detalladas y permitir que los usuarios puedan revisarlas o escucharlas nuevamente, además de ofrecer más opciones para personalizar su experiencia. Es esencial también que StylePath VR sea más accesible para todos los usuarios, lo que podría lograrse mediante el uso de fuentes más grandes, ajustes en el volumen de los audios, o la incorporación de subtítulos en las instrucciones. Por último, pero no menos importante, se requiere pulir el diseño del entorno virtual, lo que incluye la implementación de nuevas funcionalidades mencionadas en la sección anterior, la creación de interacciones adicionales, una mejor ambientación, y una mejora significativa en la interfaz de usuario (UI). Todas estas actualizaciones harán a la aplicación mucho más atractiva y divertida para los estudiantes, potenciando aún más la inmersión dentro de la misma.

Otro aspecto muy importante a considerar se deriva del análisis de los resultados. Como se pudo observar, la evaluación de la tendencia de los estudiantes en StylePath VR se realizó mediante la observación manual de sus interacciones a partir de una grabación de pantalla. Esta metodología, si se considera a futuro para una aplicación a gran escala, se vuelve impracticable debido al gran volumen de datos que implica. Hoy en día, con el avance en tecnologías, y específicamente en el campo de la inteligencia artificial, resulta natural considerar la incorporación de técnicas de *machine learning*, como redes neuronales, para la detección de estilos de aprendizaje. Estas tecnologías, una vez entrenadas y optimizadas, podrían automatizar el análisis de los puntos críticos de la experiencia, evaluando comportamientos, decisiones y prioridades del jugador. Esto permitiría generar resultados de manera rápida y eficiente, inmediatamente después de que el usuario complete la experiencia virtual.

Para finalizar esta sección, es importante recalcar que todo el desarrollo futuro debe centrarse en las necesidades y experiencias de los estudiantes, ya que el principal objetivo de esta memoria es ofrecerles apoyo. Cualquier nueva implementación o mejora en la aplicación debe ser cuidadosamente evaluada con su participación, considerando sus opiniones y críticas, pues son ellos quienes, en última instancia, se beneficiarán de su uso. Solo a través de este enfoque centrado en los alumnos se puede asegurar que la herramienta realmente cumpla su propósito de mejorar la motivación y el aprendizaje de los mismos.

## 5.4. Reflexiones finales

StylePath VR es un claro ejemplo de cómo las tecnologías emergentes pueden ser aprovechadas para apoyar a los estudiantes en su proceso educativo. Sin duda, la aplicación exige cambios estructurales para su implementación, cambios que implican replantear el proceso de enseñanza en las aulas. No puede considerarse como un proceso corto, ya que para que esta aplicación sea verdaderamente aplicable, primero es necesario que los estilos de aprendizaje sean reconocidos como una parte significativa del proceso educativo. Aunque muchos respaldan la teoría de los estilos de aprendizaje, una gran cantidad la refuta y cuestiona, y este debate no parece tener una resolución cercana. Como se mencionó en capítulos anteriores, no es posible emitir opiniones propias sobre la validez de esta teoría sin un profundo conocimiento especializado, pues hacerlo carecería de rigor. Sin embargo, los principios subyacentes de la teoría—centrados en el alumnado, su aprendizaje, su motivación, su bienestar y sus consecuencias—son elementos que no pueden pasarse por alto. Reconocer y valorar estos aspectos parecer ser el primer paso obligatorio hacia la formación de estudiantes más motivados y con una mejor salud mental.

Hablando nuevamente sobre la validez de la aplicación basada en los resultados obtenidos, sería una falta de rigurosidad afirmar que StylePath VR es una herramienta fiable para detectar estilos de aprendizaje. Como se señaló en secciones atrás, uno de los objetivos era que la aplicación posibilitase la detección de estilos de aprendizaje; hubiera sido irrealista proponer, teniendo los mismos plazos, una herramienta que garantizara la detección con una precisión del 100%. No obstante, los resultados obtenidos muestran un primer acercamiento

to optimista. Es fundamental implementar las mejoras mencionadas previamente y realizar nuevos tests con un mayor número de usuarios. Solo a través de este proceso continuo, la aplicación alcanzará la madurez necesaria para validar su efectividad y confiabilidad.

Para finalizar, nunca estará de más insistir en que la educación debe estar centrada en los estudiantes, considerando sus necesidades y motivaciones. El verdadero objetivo del proceso educativo debe ser no solo la transmisión de conocimiento, sino también la creación de un entorno en el que cada estudiante se sienta valorado y motivado para alcanzar su máximo potencial. En este sentido, es necesario continuar innovando y adaptando las metodologías pedagógicas para reflejar las realidades cambiantes y las diversas formas en que los estudiantes aprenden. Solo de esta manera se podrá construir un sistema educativo más inclusivo, eficaz y comprometido con el bienestar integral de los estudiantes, asegurando que cada uno de ellos pueda tener una experiencia de aprendizaje que sea verdaderamente enriquecedora y formativa.

## ANEXOS

<b>Nombre estudiante</b>	<b>Correo</b>
Catalina Sierra	catalina.sierrah@usm.cl
David Kripper	david.kripper@usm.cl
José Southerland	jose.southerland@usm.cl
Eydan Bravo	ebravo@usm.cl
María Leyton	mleytonf@usm.cl
Diana Gutiérrez	dgutierrezr@usm.cl
Isaías Morales	imoralesv@usm.cl
Miguel Zavala	mzavala@usm.cl
Javiera Lizana	jlizanac@usm.cl

Tabla 8: Estudiantes participantes del test.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta Visual</b>	<b>Respuesta Verbal</b>
Para aprender algo nuevo, prefiero	Diagramas, gráficos, cuadros.	Textos, explicaciones escritas.
Cuando estudio, me ayuda más	Hacer dibujos, diagramas y mapas conceptuales.	Escribir resúmenes y notas detalladas.
Cuando necesito aprender algo complicado	Prefiero verlo en un gráfico o en un video.	Prefiero leer sobre ello y escuchar explicaciones.
Al recordar información	Visualizo la imagen en mi mente.	Recuerdo la explicación verbal.
Cuando leo una novela	Me imagino la escena fácilmente.	Me concentro en el diálogo y la trama.
Cuando leo instrucciones, generalmente	Prefiero ver un diagrama que las ilustre.	Prefiero leer el texto de las instrucciones.
Entiendo mejor algo	Cuando lo veo.	Cuando lo escucho.

Tabla 9: Preguntas visual vs. verbal del cuestionario post StylePath VR.

Fuente: Elaboración propia.

AVANCES EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: DETECCIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE UTILIZANDO REALIDAD VIRTUAL PARA APOYAR A ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO

Usuario	Laberintos	Ordenar la Sala	Ingresar la Clave	Portales de decisión	Tendencia analizada
1	Recuerda la mitad del mapa, solicitando ayuda luego de 2 minutos. Recuerda toda la secuencia de luces en laberinto verbal. <b>Tendencia: Verbal</b>	Ordena satisfactoriamente 4 de 6 elementos (cama, silla, cubo y mueble pequeño), otorgándole prioridad a dos indicaciones entregadas verbalmente (cama y silla). <b>Tendencia: Verbal</b>	Excelente desempeño, recuerda todas las contraseñas. No se observa dificultad en ninguna etapa de este desafío. <b>Tendencia: Neutra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Visual</b></li> </ul>	Verbal débil
2	Presenta leves dificultades al recordar el mapa. Recuerda toda la secuencia de luces en laberinto verbal. <b>Tendencia: Verbal</b>	Ordena satisfactoriamente 2 de 6 elementos (cama y cubo), otorgándole prioridad a la indicación entregada verbalmente (cama). <b>Tendencia: Verbal</b>	Excelente desempeño, recuerda todas las contraseñas. No se observa dificultad en ninguna etapa de este desafío. <b>Tendencia: Neutra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Verbal</b></li> </ul>	Visual débil
3	Recuerda de buena forma el mapa, sin mayores complicaciones. Recuerda toda la secuencia de luces en laberinto verbal. <b>Tendencia: Neutra</b>	Ordena satisfactoriamente 1 de 6 elementos, otorgándole prioridad a la indicación entregada verbalmente (silla). <b>Tendencia: Verbal</b>	Excelente desempeño, recuerda todas las contraseñas. No se observa dificultad en ninguna etapa de este desafío. <b>Tendencia: Neutra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Verbal</b></li> </ul>	Verbal débil
4	Mucha dificultad para recordar el mapa, solicita ayuda luego de 2 minutos. Recuerda gran parte de la secuencia de luces, olvidando la última. <b>Tendencia: Verbal</b>	Ordena satisfactoriamente 3 de 6 elementos, donde dos elementos recordados son entregados de manera visual (cubo y mueble pequeño). <b>Tendencia: Visual</b>	Excelente desempeño, recuerda todas las contraseñas. No se observa dificultad en ninguna etapa de este desafío. <b>Tendencia: Neutra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Visual</b></li> </ul>	Visual moderada
5	Presenta leves dificultades al recordar el mapa. Recuerda toda la secuencia de luces en laberinto verbal. <b>Tendencia: Neutra</b>	Ordena satisfactoriamente 4 de 6 elementos, donde tres elementos recordados son entregados de manera visual (cubo, mueble pequeño y mesa). <b>Tendencia: Visual</b>	Recuerda 5 de 6 contraseñas. No recuerda la última contraseña entregada verbalmente. <b>Tendencia: Visual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Visual</b></li> </ul>	Visual débil
6	Presiona botón antes de escuchar completamente instrucción del narrador, no recuerda mapa. Recuerda gran parte de la secuencia de luces, olvidando la última. <b>Tendencia: Neutra</b>	Ordena satisfactoriamente 2 de 6 elementos, otorgándole prioridad a la indicación entregada verbalmente (cama). El pequeño mueble se posiciona correctamente de manera aleatoria. <b>Tendencia: Verbal</b>	Recuerda 3 de 6 contraseñas, dos entregadas verbalmente y una de manera visual. No puede memorizar una contraseña visual debido a que símbolos son muy pequeños. <b>Tendencia: Neutra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Visual</b></li> </ul>	Visual débil
7	Recuerda casi la totalidad del mapa, desviándose al final y demorando un poco más. Presenta algo de dificultad en recordar secuencia de luces, solicitando ayuda en la mitad. <b>Tendencia: Visual</b>	Ordena satisfactoriamente 3 de 6 elementos. Dos posiciones recordadas son entregadas visualmente (cubo y mesa). <b>Tendencia: Visual</b>	Recuerda 4 de 6 contraseñas, dos entregadas verbalmente y dos de manera visual. <b>Tendencia: Neutra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Visual</b></li> </ul>	Visual débil
8	Recuerda casi la totalidad del mapa, tomando el camino incorrecto al final y demorando un poco más. Presenta algo de dificultad en recordar secuencia de luces, solicitando ayuda en la mitad. <b>Tendencia: Neutra</b>	Ordena satisfactoriamente 3 de 6 elementos. Dos posiciones recordadas son entregadas verbalmente (cama y silla). <b>Tendencia: Verbal</b>	Recuerda 4 de 6 contraseñas, tres entregadas verbalmente y una de manera visual. <b>Tendencia: Verbal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Verbal</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Visual</b></li> </ul>	Visual débil
9	Recuerda sólo el comienzo del mapa, no solicita ayuda hasta pasados 6 minutos. Recuerda toda la secuencia de luces en laberinto verbal. <b>Tendencia: Verbal</b>	Ordena satisfactoriamente todos los objetos. Da prioridad a las posiciones entregadas verbalmente. <b>Tendencia: Verbal</b>	Recuerda 4 de 6 contraseñas, dos entregadas verbalmente y dos de manera visual. <b>Tendencia: Neutra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pregunta 1: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 2: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 3: <b>Visual</b></li> <li>■ Pregunta 4: <b>Visual</b></li> </ul>	Visual moderada

Tabla 10: Perfil de aprendizaje, en dimensión visual vs. verbal, analizado en detalle de los estudiantes en base a StylePath VR.

Fuente: Elaboración propia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Antúnez y Vinet, 2013] Antúnez, Z. y Vinet, E. V. (2013). Problemas de salud mental en estudiantes de una universidad regional chilena. *Revista médica de Chile*, 141(2):209–216. Publisher: Sociedad Médica de Santiago.
- [BBC, 2019] BBC (2019). Ivan sutherland, el "padre de la computación gráfica" que revolucionó nuestra interacción con las máquinas. *BBC News Mundo*. Accedido el 12/11/2023.
- [Cardozo, 2008] Cardozo, A. (2008). Motivación, aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes del primer año universitario. *Laurus*, 14(28):209–237. Publisher: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- [Castillo Sánchez et al., 2020] Castillo Sánchez, M., Gamboa Araya, R., y Hidalgo Mora, R. (2020). Factores que influyen en la deserción y reprobación de estudiantes de un curso universitario de matemáticas. *Uniciencia*, 34(1):219–245.
- [Cooley, 2015] Cooley, B. (2015). Detecting Learning Styles in Video Games. *Master's Theses*.
- [Cué et al., 2009] Cué, J. L. G., Rincón, J. A. S., y García, C. M. A. (2009). Instrumentos de medición de estilos de aprendizaje. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 2(4). Number: 4.
- [DeuSens, 2021] DeuSens (2021). ¿qué gafas de realidad virtual comprar en 2022? <https://deusens.com/es/blog/dispositivos-vr-gafas-realidad-virtual>. Accedido el 14/11/2023.
- [Ekmekci y Serrano, 2022] Ekmekci, A. y Serrano, D. M. (2022). The Impact of Teacher Quality on Student Motivation, Achievement, and Persistence in Science and Mathematics. *Education Sciences*, 12(10):649. Number: 10 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- [Farid y Abbasi, 2014] Farid, S. y Abbasi, S.-U.-R. (2014). Learning styles: History, conceptualization and continuum. *Social Sciences Review*, 02:15–31.
- [Felder y Silverman, 1988] Felder, R. M. y Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7):674–681.
- [Feldman et al., 2014] Feldman, J., Monteserin, A., y Amandi, A. (2014). Detecting students' perception style by using games. *Computers & Education*, 71:14–22.
- [Feldman et al., 2015] Feldman, J., Monteserin, A., y Amandi, A. (2015). Automatic detection of learning styles: state of the art. *Artificial Intelligence Review*, 44(2):157–186.
- [Fleming y Mills, 1992] Fleming, N. D. y Mills, C. (1992). Not another inventory, rather a catalyst for reflection. *To Improve the Academy*, 11:137.

- [García, 2018] García, A. E. (2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico. *Revista Boletín Redipe*, 7(7):218–228. Number: 7.
- [González Castro *et al.*, 2021] González Castro, I., Vázquez García, M. A., y Zavala Guirado, M. A. (2021). La desmotivación y su relación con factores académicos y psicosociales de estudiantes universitarios. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 15(2):e1392.
- [Goyeneche, 2021] Goyeneche, F. A. (2021). Sutherland: Realidad virtual, sus inicios y trascendencias. <https://niixer.com/index.php/2021/02/10/ivan-sutherland-realidad-virtual/>. Accedido el 12/11/2023.
- [Gálvez, 2022] Gálvez, R. (2022). Deserción universitaria mantiene cifras elevadas y salud mental asoma con fuerza como una de sus causas. Section: Nacional.
- [Hussein y Nätterdal, 2015] Hussein, M. y Nätterdal, C. (2015). The benefits of virtual reality in education - a comparision study. Accepted: 2015-07-20T13:38:15Z.
- [Institute, 2018] Institute, D. M. (2018). How to drive personalized learning in higher education. <https://digitalmarketinginstitute.com/blog/how-to-drive-personalized-learning-in-higher-education>. Accedido el 14/11/2023.
- [Keefe, 1987] Keefe, J. W. (1987). *Learning Style: Theory and Practice*. National Association of Secondary School Principals, Reston, VA.
- [Kirschner, 2017] Kirschner, P. A. (2017). Stop propagating the learning styles myth. *Computers & Education*, 106:166–171.
- [Kolb y Kolb, 2013] Kolb, A. Y. y Kolb, D. A. (2013). The kolb learning style inventory 4.0: Guide to theory, psychometrics, research applications.
- [Lara y Gómez, 2020] Lara, D. C. P. y Gómez, V. J. G. (2020). Metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales. *Sociedad & Tecnología*, 3(2):2–10. Number: 2.
- [Larkin y Budny, 2005] Larkin, T. y Budny, D. (2005). Learning styles in the classroom: Approaches to enhance student motivation and learning. En *2005 6th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training*, pp. F4D–1–F4D–8, Santo Domingo, dominican Republic. IEEE.
- [Martinic y Urzúa, 2021] Martinic, R. y Urzúa, S. (2021). Experiencias estudiantiles en el primer año universitario. una aproximación desde la sociología de la educación francesa. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 47(2):161–178.
- [Mosquera, 2012] Mosquera, E. D. (2012). Estilos de Aprendizaje. *Eidos*, (5):5–11. Number: 5.

- [Murray, 2017] Murray, J. (2017). Has the time come for personalized higher education? <https://www.brookings.edu/articles/has-the-time-come-for-personalized-higher-education/>. Accedido el 14/11/2023.
- [Othman y Amiruddin, 2010] Othman, N. y Amiruddin, M. H. (2010). Different perspectives of learning styles from vark model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 7:652–660.
- [Pantziara y Philippou, 2015] Pantziara, M. y Philippou, G. N. (2015). Students' motivation in the mathematics classroom. revealing causes and consequences. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2):385–411.
- [Pashler et al., 2008] Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., y Bjork, R. (2008). Learning styles: Concepts and evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 9(3):105–119. Publisher: SAGE Publications Inc.
- [Picó Lozano, 2014] Picó Lozano, M. (2014). La importancia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de educación secundaria obligatoria.
- [Pupo y Torres, 2009] Pupo, E. A. y Torres, E. O. (2009). Las investigaciones sobre los estilos de aprendizaje y sus modelos explicativos. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 2(4). Number: 4.
- [Riener y Willingham, 2010] Riener, C. y Willingham, D. (2010). The myth of learning styles. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 42(5):32–35.
- [Rosicart, 2023] Rosicart, E. (2023). Estadísticas de la realidad virtual que debes conocer en 2023 | metaverse news.
- [Shemshack y Spector, 2020] Shemshack, A. y Spector, J. M. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*, 7(1):33.
- [SIES, 2023] SIES, S. d. I. d. E. S. (2023). Informe de retención de 1er año de pregrado: Cohortes 2018-2022. Ministerio de Educación de Chile.
- [Silva, 2011] Silva, M. (2011). El primer año universitario: Un tramo crítico para el éxito académico. *Perfiles educativos*, 33(spe):102–114.
- [Soloman y Felder, 1999] Soloman, B. y Felder, R. (1999). Index of learning styles questionnaire. *Learning*.
- [Sánchez y Pina, 2011] Sánchez, J. J. M. y Pina, F. H. (2011). Influencia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de formación profesional. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14(1):81–100. Publisher: Asociación Universitaria de Formación del Profesorado.
- [Sánchez et al., 2016] Sánchez, U. D., Flores, F. G. M., y Hernández, D. J. P. (2016). Análisis crítico de los estilos de aprendizaje desde una perspectiva naturalista. *Revista iberoamericana de psicología*, 9(1):45–52. Number: 1.

- [Tayal *et al.*, 2022] Tayal, S., Rajagopal, K., y Mahajan, V. (2022). Virtual Reality based Meta-verse of Gamification. En *2022 6th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, pp. 1597–1604.
- [Tohidi y Jabbari, 2012] Tohidi, H. y Jabbari, M. M. (2012). The effects of motivation in education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31:820–824.
- [UniteAR, 2021] UniteAR (2021). Blog/difference between augmented reality and virtual reality. <https://www.unitear.com/blog/difference-between-augmented-reality-and-virtual-reality>. Accedido el 14/11/2023.
- [Universia, 2021] Universia (2021). Deserción: 24.4% de alumnos abandona la carrera en primer año. Accedido el 8 de noviembre de 2023.
- [Villaverde *et al.*, 2006] Villaverde, J. E., Godoy, D., y Amandi, A. (2006). Learning styles' recognition in e-learning environments with feed-forward neural networks. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3):197–206.
- [Wagner, 2024] Wagner, B. (2024). Overview - a tour of c#. <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/tour-of-csharp/overview>. Accedido el 02/07/2024.
- [Wentzel *et al.*, 2018] Wentzel, K. R., Jablansky, S., y Scalise, N. R. (2018). Do friendships afford academic benefits? a meta-analytic study. *Educational Psychology Review*, 30(4):1241–1267.
- [Zheng *et al.*, 1998] Zheng, J., Chan, K., y Gibson, I. (1998). Virtual reality. *IEEE Potentials*, 17(2):20–23.
- [Zhou, 2021] Zhou, X. (2021). Toward the Positive Consequences of Teacher-Student Rapport for Students' Academic Engagement in the Practical Instruction Classrooms. *Frontiers in Psychology*, 12. Publisher: Frontiers.

*Para mejorar la comprensión y redacción de esta memoria, se utilizó la inteligencia artificial ChatGPT en párrafos previamente redactados.*