



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

HACIA UN PRIMER MODELO DE IMPLICANCIAS DE DISEÑO PARA
VIDEOJUEGOS EN REALIDAD VIRTUAL CONSIDERANDO ESTRATEGIAS DE
INMERSIÓN E INVOLUCRAMIENTO DE JUGADORES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL EN COMPUTACIÓN

FABIOLA IGNACIA RIVERA SALGADO

PROFESOR GUÍA:
FRANCISCO GUTIÉRREZ FIGUEROA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
EDUARDO GRAELLS GARRIDO
EDGAR PINEDA LEONE

SANTIAGO DE CHILE
2023

Resumen

En los últimos años ha habido un crecimiento abrupto en la masividad de la tecnología de realidad virtual, en conjunto con la tendencia de las últimas décadas de la masificación de los videojuegos. Pese a este rápido crecimiento, aún no se tiene vasto conocimiento acerca de uno de los factores más importantes para la experiencia de los jugadores: la inmersión. Actualmente, en la literatura se han explorado alternativas del uso de esta tecnología en los campos de la medicina y educación, pero no se ha hecho un mayor estudio centrado en medir la experiencia para videojuegos, por lo que se requiere definir un marco teórico adecuado para la medición de esto en realidad virtual.

En este trabajo de título se busca explorar estrategias de inmersión e involucramiento para videojuegos que utilizan la realidad virtual como principal mecanismo de interacción con el jugador. En particular, se busca definir un primer modelo de implicancias de diseño, basadas en la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual y el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja [3]. De esta manera, desarrolladores, programadores y diseñadores podrán acceder a estas, al momento de querer diseñar experiencias inmersivas para videojuegos que aprovechan la realidad virtual.

Para definir este modelo se inició con una búsqueda en la literatura, para estudiar el conocimiento existente acerca de experiencias inmersivas para plataformas tradicionales y para la realidad virtual, con el objetivo de identificar y analizar los posibles puntos de convergencia entre los componentes. Posteriormente, se consolidó este conocimiento en una primera instancia del *Metamodelo para experiencias de juego inmersivas en VR*, para tratar de acortar la brecha de conocimiento existente en la literatura. En esta línea, con la finalidad de dar soporte al modelo, se realizó un estudio empírico, en el cual los participantes interactuaban con videojuegos de realidad virtual y posteriormente respondían distintos cuestionarios para evaluar los distintos aspectos de la experiencia. Finalmente, a partir del análisis de los resultados del estudio empírico se abstraieron implicancias de diseño, que puedan ser traducidas en forma de guías para mejorar la experiencia de usuario en inmersión de realidad virtual.

Este trabajo presenta una primera contribución a la brecha de conocimiento existente en el área de desarrollo de estrategias centradas en la inmersión e involucramiento para jugadores en realidad virtual, dado que no solo postula una primera instancia de un modelo que considera la componente de inmersión e involucramiento como eje central, sino que también entrega guías de diseño en cómo mejorar la experiencia de usuario y una primera versión de un instrumento para capturar las dimensiones del modelo de involucramiento propuesto por Calleja.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
2. Estado del Arte	5
2.1. Realidad Virtual	5
2.2. The Player Involvement Model	6
2.3. Frameworks de Game Experience	7
2.4. Hardware y software como componentes en la inmersión	8
2.5. Solución Propuesta	9
2.6. Metamodelo para experiencias de juego inmersivas en VR	10
2.6.1. Componente de Usuario	11
2.6.2. Componente de Hardware	12
2.6.3. Componente de Software	13
2.6.4. Interacciones entre componentes y dimensiones	14
3. Objetivos, Hipótesis y Preguntas de Investigación	16
3.1. Objetivos	16
3.2. Hipótesis	17
3.3. Preguntas de Investigación	17
3.4. Evaluación	17
4. Estudio Empírico	18
4.1. Diseño	18

4.1.1.	Consideraciones Éticas	19
4.2.	Participantes	19
4.3.	Aparatos y Materiales	19
4.3.1.	Aparatos	19
4.3.2.	Materiales	21
4.3.3.	Virtual Reality Immersive Questionnaire	21
4.3.4.	Procedimiento	23
5.	Resultados	30
5.1.	Distribución	30
5.1.1.	Distribución por grupos	31
5.1.2.	Chequeos de aleatoriedad	31
5.2.	Pruebas estadísticas para los datos	34
5.2.1.	Distribución de los datos	34
5.2.2.	Cálculo de estadísticos y efectos	41
6.	Análisis y Discusión	47
6.1.	Análisis Cuestionario VRSQ	47
6.1.1.	<i>Motion Sickness</i> en función del juego	48
6.1.2.	<i>Motion Sickness</i> en función de la experiencia con VR	48
6.1.3.	<i>Motion sickness</i> en función de la frecuencia de interacción tradicional	49
6.1.4.	<i>Motion sickness</i> en función de la experticia de interacción tradicional	49
6.2.	Análisis Cuestionario GEQ	50
6.2.1.	Experiencia de juego en función del juego	50
6.2.2.	Experiencia de juego en función de la experiencia con VR	51
6.2.3.	Experiencia de juego en función de la frecuencia de interacción tradicional	52
6.2.4.	Experiencia de juego en función de la experticia de interacción tradicional	52
6.3.	Análisis Cuestionario VRIQ	53

6.3.1. Inmersión e involucramiento en función del juego	53
6.3.2. Inmersión e involucramiento en función de la experiencia con VR . .	54
6.3.3. Inmersión e involucramiento en función de la frecuencia de interacción tradicional	54
6.3.4. Inmersión e involucramiento en función de la experticia de interacción tradicional	55
6.4. Validación preliminar del instrumento VRIQ	55
6.4.1. Análisis preliminar de la validación del instrumento	56
6.5. Implicancias para el diseño	57
6.6. Preguntas de Investigación	61
6.7. Limitaciones a la validez de los resultados	62
7. Conclusiones y Trabajo Futuro	64
Bibliografía	68
Anexo A. Cuestionarios	70
A.1. Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ) - Versión Inglés	70
A.2. Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ) - Versión Español	70
A.3. Game Experience Questionnaire (GEQ) Post-game Module - Versión Inglés .	71
A.4. Game Experience Questionnaire (GEQ) Post-game Module - Versión Español	72
A.5. Virtual Reality Immersive Questionnaire (VRIQ) - Versión Inglés	73
Anexo B. Consideraciones Éticas	75
B.1. Certificación de Comité de Ética y Bioseguridad para la Investigación	75
B.2. Formulario de Consentimiento Informado	77

Índice de Tablas

5.1. Distribución general de participantes en función de la frecuencia de interacción tradicional	31
5.2. Distribución general de participantes en función de la experticia tradicional .	31
5.3. Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la identidad de género	32
5.4. Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la frecuencia de interacción tradicional	32
5.5. Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la experticia tradicional	32
5.6. Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la interacción con realidad virtual	33
5.7. Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la identidad de género	33
5.8. Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la frecuencia de interacción tradicional	33
5.9. Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la experticia tradicional	33
5.10. Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la interacción con realidad virtual	34
5.11. Resultados test Shapiro-Wilk en función del grupo para cuestionario VRSQ .	35
5.12. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experiencia en VR para cuestionario VRSQ	35
5.13. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la frecuencia de interacción tradicional para cuestionario VRSQ	35
5.14. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experticia tradicional para cuestionario VRSQ	36

5.15. Resultados test Shapiro-Wilk en función del grupo para cuestionario GEQ	36
5.16. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experiencia en VR para cuestionario GEQ	37
5.17. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la frecuencia de interacción tradicional para cuestionario GEQ	37
5.18. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experticia tradicional para cuestionario GEQ	38
5.19. Resultados test Shapiro-Wilk en función del grupo para cuestionario VRIQ	39
5.20. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experiencia en VR para cuestionario VRIQ	39
5.21. Resultados test Shapiro-Wilk en en función de la frecuencia de interacción tradicional para cuestionario VRIQ	40
5.22. Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experticia tradicional para cuestionario VRIQ	41
5.23. Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRSQ en función del grupo	42
5.24. Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRSQ en función de la experiencia con VR	42
5.25. Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRSQ en función de la frecuencia tradicional	42
5.26. Resultados para comparaciones por pares utilizando test de Wilcoxon con método de ajuste Bonferroni para variables de cuestionario VRSQ en función de la frecuencia tradicional	43
5.27. Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRSQ en función de la experticia tradicional	43
5.28. Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario GEQ en función del grupo	43
5.29. Resultados para test del tipo t-student para variables de cuestionario GEQ en función del grupo	44
5.30. Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario GEQ en función de la experiencia en VR	44
5.31. Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario GEQ en función de la experticia tradicional	44
5.32. Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario GEQ en función de la frecuencia tradicional	44

5.33. Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRIQ en función del grupo	45
5.34. Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRIQ en función de la experiencia con VR	45
5.35. Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRIQ en función de la frecuencia tradicional	45
5.36. Resultados para comparaciones por pares utilizando test de Wilcoxon con método de ajuste Bonferroni para la variable lúdica de cuestionario VRIQ en función de la frecuencia tradicional	46
5.37. Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRIQ en función de la experticia tradicional	46
6.1. Valores resultantes de Kappa de Cohen para cuestionario VRIQ	56
6.2. Valores resultantes de Alfa de Cronbach para cuestionario VRIQ	56

Índice de Ilustraciones

2.1. Componentes principales para Meta Model for Immersive Gaming Experiences in Virtual Reality	11
2.2. Relaciones entre componentes: Motion Sickness	12
2.3. Dimensiones del Componente de Usuario	13
2.4. Dimensiones del Componente de Hardware	13
2.5. Dimensiones del Componente de Software	14
2.6. Interacciones entre componentes y dimensiones del modelo	15
4.1. Configuración sala de experimentación	24
4.2. Orientación para jugador dentro de la zona de juego	24
4.3. Vista en primera persona del control derecho con sticker	27
4.4. Vista en primera persona del casco de realidad virtual	28

Capítulo 1

Introducción

Los videojuegos son más que una arista de nuestra cultura, sino que también son parte de nuestro día a día. Interactuamos con estos no solo mediante computadores, sino que a través de dispositivos móviles como nuestros celulares o desde consolas especializadas. En efecto, gracias a los distintos avances tecnológicos de las últimas décadas, existe la posibilidad de utilizarlos como un medio para poder interactuar con personas que se encuentran a nuestro alrededor o a miles de kilómetros de distancia.

Junto a la facilitación del acceso a la tecnología, también ha habido mejoras en los componentes de los videojuegos como es el caso de las gráficas [5], narrativas, cinemáticas [8], entre otras. Estas mejoras se evidencian si consideramos los juegos Pong y Space Invaders, los cuales fueron desarrollados en la década de los 70. Los niveles de estos juegos estaban conformados por gráficos simples bidimensionales, en los cuales el jugador podía interactuar mediante la operación combinada de botones y palanca.

Pese a que se ha modificado la manera en la que interactuamos con los videojuegos, ha existido una constante que los mantiene relevantes: la gama de experiencias que estos brindan. Una de las experiencias más relevantes —tanto para los jugadores como los desarrolladores— es el *engagement*¹, ya que provoca que el usuario vuelva acudir a estos, ya sea porque son interesantes, llamativos o porque generan experiencias significativas [18].

En este marco surge el concepto de inmersión, el cual ha sido un término que no ha estado exento de evolución a lo largo de la historia, debido a que busca englobar la experiencia humana de “estar dentro del juego” de manera concisa. Una de las primeras definiciones que se acuña para describir este fenómeno es el término “presencia”, el cual deriva del término telepresencia, que hace referencia a como la operación de maquinaria remota puede llevar a un sentimiento de existencia en un espacio distante [15]. Posteriormente, se propone la primera divergencia del término, en la cual el concepto de telepresencia se reserva para casos de teleoperación (Operación de maquinaria remota) y se acuña un nuevo término llamado “presencia virtual” para referirse a la experiencia específica de la presencia en ambientes virtuales [22].

¹Se utiliza el concepto en inglés debido a que no existe un equivalente en el idioma español que no sea de uso coloquial

En un esfuerzo de buscar una definición más certera para definir el fenómeno, se inicia una búsqueda del término en la literatura. Como resultado de esta búsqueda, se obtiene una definición que considera seis tipos de presencias, en las cuales existe el concepto de “presencia como inmersión”. Esta definición busca plantear una definición de la presencia como “la ilusión perceptiva de la no mediación” [14]. Esta definición posteriormente se aplica a los videojuegos, pero falla al momento de ser aplicada aplicada a un análisis práctico [23].

Al fallar la aplicación de la definición de presencia como inmersión, es que vuelve a surgir la necesidad de buscar una definición más certera. En este caso, en vez de partir desde el conocimiento de la literatura, se propone partir desde el estudio del fenómeno. A raíz de este, el término inmersión cambia para ser usado como sinónimo de absorción [2], el cual a su vez cuenta con tres niveles de intensidad: *engagement*, *engrossment* y *total immersion*, donde se enfatiza que este último estado puede ser utilizado como un sinónimo de presencia. El nivel de *engagement* corresponde al nivel inicial de inmersión y es el nivel más bajo de participación en un juego, el cual debe ocurrir antes de cualquier otro nivel. El nivel de *engrossment* corresponde al siguiente nivel de inmersión, en el cual aparece una componente emocional, donde las emociones del jugador se ven afectadas directamente por el juego. El último nivel corresponde a *total immersion* el cual es el nivel máximo de inmersión, donde existe la sensación de presencia.

Posteriormente, se presenta un modelo multidimensional llamado “Gameplay Experience Model”, el cual propone que al momento de analizar el fenómeno se consideren variados aspectos. En este modelo se contabilizan tres aspectos, los cuales se traducen en los tres tipos de inmersión: *sensorial*, *challenge-based* e *imaginative* [7]. La primera dimensión que se define en este modelo es la *sensorial*, que se centra en el área de la ejecución audiovisual de los videojuegos. La segunda dimensión corresponde a la *challenge-based*, que se centra en el área la interacción incluyendo desafíos, los cuales pueden estar relacionados tanto a habilidades motrices como a habilidades mentales. Finalmente, la tercera dimensión corresponde a la *imaginative*, que se centra en el área relacionada con las historias, personajes y mundos propios de los videojuegos.

Continuando con el desafío de englobar esta experiencia humana y la constante evolución de la definición del concepto, Calleja [3] propone el “The Player Involvement Model” (PIM). Este modelo busca consolidar el fenómeno multidimensional que es el concepto de inmersión, señalando las distintas falencias que tienen las definiciones anteriores. Es en este marco donde Calleja explica que muchas de las definiciones generadas surgen a partir de un uso más coloquial por parte de la gente y, por consecuencia, apelan a un significado más popular. Asimismo, declara que muchos de los estudios que se realizan en torno al concepto de inmersión no tienen una definición clara del término que están estudiando al momento de ser estudiado y, por consecuencia, se le agrega un nivel de dificultad extra al planteamiento del problema.

Pese a que el modelo de Calleja consolida los aspectos multidimensionales y temporales de las definiciones presentadas, este fue generado a partir de un estudio realizado en una época en la cual la tecnología de realidad virtual no se encontraba masificada y, por consecuencia, no era accesible al público general [3]. Por esta razón, los videojuegos desarrollados en plataformas que ocupan dicha tecnología no fueron considerados al momento de realizar el estudio, por lo que actualmente no sabemos de manera concreta y específica si el modelo presentado aplica

a juegos de realidad virtual.

Considerando lo anterior, se logra identificar la siguiente problemática: *actualmente no se cuenta con conocimiento detallado sobre cómo diseñar experiencias de usuario atractivas y satisfactorias, en videojuegos de realidad virtual que consideren explícitamente la dimensión de inmersión. Además, no se cuenta con conocimiento acerca la potencial existencia de una relación entre el involucramiento del jugador propuesto en el modelo del Calleja y los videojuegos que actualmente aprovechan la Realidad Virtual.*

Por lo tanto, se ve la oportunidad de desarrollar esta memoria para contribuir al conocimiento acerca de cómo diseñar experiencias inmersivas para los usuarios en videojuegos de realidad virtual, y a la vez, se busca contribuir al conocimiento de la relación entre los componentes presentados en el modelo de Calleja y los videojuegos.

Este trabajo de título se enfoca en las fases dedicadas al análisis y diseño de sistemas interactivos, tal como lo reconoce la comunidad de Ingeniería de Sistemas Computacionales Interactivos (*Engineering Interactive Computing Systems*²) de la ACM. En particular, siguiendo la tradición empírica de trabajo en esta área de estudio, el trabajo de título propuesto comprende, específicamente, la tarea de formalización de dominio, inspirada en los procesos clásicos de Ingeniería de Software; esto es, definir los conceptos, variables, relaciones y restricciones entre estos elementos, para entender cómo poder diseñar —y eventualmente desarrollar— software de realidad virtual inmersiva, con foco en una buena experiencia de usuarios, jugabilidad y sentido de involucramiento, de manera tal que dicho software sea efectivamente usado y considerado aceptable por parte de usuarios finales en su propio contexto de uso. Así pues, en términos del ciclo de vida tradicional en el desarrollo de soluciones de software, el estudio propuesto se enmarca en la fase de análisis (i.e., levantamiento de requisitos), generando así artefactos que tienen el potencial de alimentar la fase de diseño, en una etapa posterior.

Asimismo, este trabajo de título pretende contribuir al área de Computación Centrada en las Personas, y más específicamente a los dominios de Interacción Humano-Computador en Videojuegos³ e Interacción Humano-Computador en Realidad Virtual⁴, mediante la definición de un modelo inicial de implicancias de diseño para videojuegos en Realidad Virtual, abordando explícitamente el puente entre los conceptos de inmersión e involucramiento de jugadores.

Adicionalmente, esta trabajo resulta relevante al considerar el estado actual en el que se encuentra la tecnología de Realidad Virtual propiamente tal, con iniciativas emergentes como “Meta”⁵ que no solo presentan a la sociedad nuevas maneras de interactuar, sino que también nuevas maneras de colaborar, conectar, aprender y jugar. Es en este último aspecto en el que se centra este trabajo, a raíz de la masificación de la tecnología por la disminución de costos de entrada en el hardware y del aumento del interés público.

El resto de este documento se estructura de la siguiente manera: el segundo capítulo

²eics.acm.org

³chisplay.acm.org

⁴vrst.acm.org

⁵about.facebook.com/meta/

condensa las publicaciones y conocimiento acerca de los tópicos relevantes en el estado del arte. El tercer capítulo presenta los objetivos, la hipótesis y las preguntas de investigación que apoyan el desarrollo del presente trabajo. El cuarto capítulo abarca el estudio empírico, el cual fue realizado con el objetivo de dar soporte al modelo inicial de experiencias inmersivas para realidad virtual. El quinto capítulo presenta los resultados obtenidos de este estudio, para su posterior análisis y discusión en el sexto capítulo, junto a las implicancias de diseño derivadas del conocimiento generado en el documento. Finalmente en el séptimo capítulo se presentan las conclusiones del trabajo realizado y se exponen las posibilidades de trabajo futuro que este genera.

Capítulo 2

Estado del Arte

Se realizó una identificación de dimensiones de inmersión e involucramiento. Esta identificación fue llevada a cabo con la exploración de la literatura de los últimos 20 años y partió con una exploración inicial buscando por las palabras clave *immersion*, *virtual reality* y *videogames* para tener una idea general. Posteriormente, se procedió a realizar a una búsqueda más centrada en los términos que hacen referencia al fenómeno a estudiar: *presence*, *virtual presence*, *engagement*, *immersion* e *involvement*. La búsqueda se realizó en los motores de Google Scholar y dblp, como a su vez en los proceedings de las conferencias CHI, CHIPLAY, VRST y IEEE VR por el nivel de calidad tanto de las investigaciones como de las de las contribuciones que estas presentan.

Los resultados de la revisión pueden ser separados en tres categorías: (1) estudios centrados en la experiencia de usuario enfocada en inmersión o en términos similares como presencia, (2) estudios centrados en frameworks para evaluar o medir la experiencia de usuarios y (3) estudios exploratorios centrados en la relación experiencia de usuario y hardware de realidad virtual.

2.1. Realidad Virtual

El concepto de Realidad Virtual (VR) remonta en sus inicios al año 1965, gracias a Ivan Sutherland y su concepto de *The Ultimate Display* [24], el cual hace referencia a un monitor que es capaz de simular la realidad al punto de que no se pueda dilucidar la diferencia entre la realidad generada y la real. Posteriormente, este concepto se materializa en el año 1968 con la creación del primer Head Mounted Display¹ (HMD) apodado *The Sword of Damocles* por su gran tamaño [25].

No es hasta 1987 cuando se acuña el término de Realidad Virtual gracias a Jaron Lanier, quien en conjunto con su compañía *The Visual Programming Lab* (VPL) desarrolla el primer equipo de realidad de acceso al público general. Este se encontraba conformado por dos

¹Las HMD son pantallas pequeñas integradas en anteojos o montadas en cascos, que permiten superponer una imagen a la vista del usuario.

elementos presenciales para la interacción; lentes llamados EyePhoneHRX y guantes Data Glove para la interacción llamados Data Glove².

Posteriormente, la barrera monetaria para la adquisición de un set de realidad virtual llega a un nivel por debajo de los mil dólares, gracias al desarrollo por parte de la empresa estadounidense Oculus³. Uno de los primeros sets wireless de VR que introdujeron al mercado fue el *Oculus Rift* a finales del 2014, cuyo precio rondaba entre los \$200 y \$400 dólares, lo cual impactó fuertemente en la adquisición y masificación de esta tecnología.

Actualmente, gracias a la versatilidad y la masificación de esta tecnología, el concepto de Realidad Virtual ha evolucionado para no solo imitar la realidad, sino para crear nuevas realidades que se escapan de la cotidianeidad. Esta evolución ha sido ampliamente aprovechada por distintas áreas como lo son la educación, salud y videojuegos.

En el área de videojuegos se pueden encontrar variados ejemplos de cómo los desarrolladores aprovechan el VR como mecanismo de interacción: BeatSaber⁴, SUPERHOT VR⁵, The Elder Scrolls V: Skyrim VR⁶, Half-Life: Alyx⁷, Fallout 4 VR⁸, entre otros. Estos juegos no solo cuentan con buenos comentarios por parte de los críticos, sino que también cuentan con altas calificaciones por parte de los usuarios. En específico, el juego BeatSaber —el cual es exclusivo para la plataforma VR de Steam— ha sido el juego para VR más vendido en la plataforma Steam desde su lanzamiento con más de 4 millones de copias y 40 millones DLC's de canciones⁹. Este juego de ritmo, en el cual los jugadores deben realizar cortes con una especie de sables de luz para acertar bloques al ritmo de la música.

2.2. The Player Involvement Model

Este modelo presentado fue presentado por Calleja el 2011 y cuenta con un componente multidimensional y a su vez un componente temporal [3]. El componente temporal hace referencia a la intensidad de involucramiento se presenta el jugador, en cambio, el componente dimensional hace referencia al tipo de involucramiento se encuentra. Este ultimo componente se traduce en las dimensiones del modelo, las que no aparecen por sí solas, sino que aparecen en conjunto, pero en mayor o menor grado dependiendo del juego que se esté analizando. Estas dimensiones —sin orden particular— son las siguientes:

1. *Kinesthetic Involvement*: Engloba todo lo relacionado a los modos del avatar del jugador o las piezas de control del ambiente virtual. A su vez, esta considera la interacción con un medio físico, que corresponde a los controles con los cuales se interactúa. Por

²dsource.in/course/virtual-reality-introduction/evolution-vr/

³www.oculus.com

⁴store.steampowered.com/app/620980/Beat_Saber/

⁵store.steampowered.com/app/617830/SUPERHOT_VR/

⁶store.steampowered.com/app/611670/The_Elder_Scrolls_V_Skyrim_VR/

⁷store.steampowered.com/app/546560/HalfLife_Alyx/

⁸store.steampowered.com/app/611660/Fallout_4_VR/

⁹rockpapershotgun.com/beat-saber-the-best-vr-game-has-sold-4-million-copies

consecuencia, se requiere que el jugador preste más atención al momento de relacionarse con estos.

2. *Spatial Involvement*: Engloba el engagement del usuario con las cualidades espaciales del ambiente virtual, centrándose en el control espacial, la navegación y la exploración de estos. En específico, se centra en el proceso de internalización de los espacios, donde el jugador puede llegar a sentir que está habitando el espacio en vez de solo percibir la representación de este.
3. *Shared Involvement*: Engloba el engagement derivado del sentido de *awareness* (en cuanto a capacidad de percepción) en la interacción con otros agentes en el ambiente de juego, los cuales pueden ser controlados ya sea por un humano o por un computador. Las interacciones relevantes con los agentes pueden ser en términos de cohabitación, cooperación y competición, sumando acciones que ocurren dentro de un ambiente social como son las discusiones o conversaciones.
4. *Narrative Involvement*: Engloba tanto el engagement con los distintos elementos narrativos que han sido escritos de manera directa en el juego como los elementos que surgen a partir de la interacción del jugador con el juego.
5. *Affective Involvement*: Engloba las variadas formas de engagement emocional, las cuales pueden variar desde una sensación de calma a partir de una escena estéticamente agradable hasta un peak de adrenalina desencadenado por una escena de persecución en un juego de terror.
6. *Ludic Involvement*: Engloba el engagement del jugador con las decisiones que toma en el juego y las repercusiones de estas. Las decisiones pueden ser orientadas a cumplir un objetivo/meta propuesto por el juego, establecidas por un jugador o comunidad, o por decisión propia del jugador.

A su vez, las dimensiones descritas previamente poseen un componente temporal que son las fases macro y micro de inmersión, las cuales aparecen de manera independiente por dimensión. Estas fases temporales son las siguientes:

1. Fase temporal Macro: Aborda las motivaciones a largo plazo como las actividades y los pensamientos fuera del juego que hacen que el jugador vuelva a jugar.
2. Fase temporal Micro: Aborda las motivaciones a corto plazo que atraen al jugador a que le interese el juego y posteriormente juegue con este.

2.3. Frameworks de Game Experience

Evaluar la experiencia de los usuarios no es una tarea fácil, ya que se está evaluando un conjunto de fenómenos que ocurren de manera conjunta [9]. Sumado a esto, la investigación sobre los videojuegos se ha caracterizado por la falta de coherencia en el uso de los marcos teóricos y la falta de consistencia en las variables examinadas [13]. Es consecuencia, existe una gama de frameworks notables [27] que buscan evaluar la experiencia de usuario, ya

sea considerando la inmersión como componente principal o como uno de los componentes secundarios, que inciden en la experiencia principal.

Dentro de los frameworks que consideran como tema principal a evaluar la inmersión se destaca el propuesto por Jennett et al. [11], el cual mediante dos experimentos pudo concluir que la inmersión se puede medir de manera subjetiva (a través de cuestionarios) como de manera objetiva (tiempo de realización de tareas, movimientos oculares) y que los componentes que apoyan el fenómeno de la inmersión son el involucramiento emocional, el involucramiento cognitivo, el afecto positivo y el afecto negativo. De manera análoga, se encuentra el framework propuesto por Qin et al. [20], presentado en su estudio centrado en explorar y analizar los factores de la narrativa de videojuegos que influyen en los jugadores, donde señala que los componentes que apoyan el fenómeno de la inmersión son la curiosidad, la concentración, la comprensión, el control, los desafíos y la empatía.

Asimismo, existen frameworks que utilizan los conceptos de engagement y presencia, como es el caso de Witmer y Singer [28], que proponen evaluar la presencia en ambientes virtuales, abordando los componentes de control, distracción y realismo como componentes que apoyan el fenómeno de la presencia en este caso. Asimismo, está el caso de O'Brien y Toms [17] quienes proponen una escala para medir el engagement aplicaciones de software, donde las componentes que apoyan el fenómeno de engagement son la estética, los desafíos, la absorción, la atención enfocada, el afecto, el control, la motivación y el interés.

Por otro lado, existen frameworks que buscan evaluar la experiencia global del juego, pero consideran la inmersión como una de las componentes a evaluar, como es el caso Sweetser y Wyeth [26] quienes proponen el modelo “Gameflow”, el cual propone el disfrute estructurado por flow¹⁰, en otras palabras, el disfrute estructurado por el sentimiento de estar totalmente inmerso en el videojuego de manera tal que las acciones empiezan a fluir de manera natural. Este modelo considera los componentes de desafío, interacción social, inmersión, concentración, control, habilidades del jugador, objetivos claros y feedback como necesarios para lograr el disfrute en los videojuegos. De manera análoga, Högberg et al. [10] proponen el GEQ, como un instrumento para medir la jugabilidad percibida del uso de un sistema. Este modelo considera los componentes de afecto, disfrute, flow, desafío, habilidad, inmersión, competencia, presencia, experiencia social y experiencia sensorial.

2.4. Hardware y software como componentes en la inmersión

Porter y Robb [19] realizaron un análisis sobre las tendencias de los consumidores de realidad virtual en foros que tenían como tópico principal la Realidad Virtual. Como resultado del análisis se identificaron las siguientes tres categorías para el concepto de inmersión/presencia a partir de la discusión de los usuarios: (1) “Amplificación de inmersión”, enfocada en los factores tanto de diseño como de hardware que los usuarios creían que ayudaba a amplificar la inmersión; (2) “Impedimentos de inmersión”, enfocada en los factores tanto de diseño como

¹⁰Se utiliza el concepto en inglés debido a que no existe un equivalente en el idioma español que no sea de uso coloquial en los videojuegos

de hardware que los usuarios creían que ayudaba a obstaculizaban la inmersión; y (3) “Efectos de desplazamiento en la inmersión”, enfocada en las distintas técnicas de desplazamiento y el impacto de estas en la inmersión.

De manera similar, dentro la categoría de “Amplificación de inmersión”, los factores que los usuarios consideraban que contribuían a la amplificación del sentimiento de inmersión fueron identificados y agrupados en cuatro sub-categorías. La primera corresponde a “Hardware como facilitador de inmersión”, la cual se centra en la gama de procesamiento, de rendimiento y de interacción que brinda el hardware (por ejemplo, la tasa de refrescamiento del HMD, la velocidad de tracking de los controles, control de movimiento, entre otros). La segunda sub-categoría corresponde a “Modificación de Hardware y Software para mejorar la inmersión”, en la cual se discuten distintos tipos de modificaciones para generar una experiencia inmersiva (por ejemplo, mejorar la vibración de controles, mecánicas más interactivas de juegos, entre otras). La tercera sub-categoría corresponde a “Diseño de videojuegos para la inmersión”, la cual se centra en el impacto del diseño en cuanto a la interacción con este y las mecánicas presentes (por ejemplo, como se diseña el flujo de un nivel de juego, mecánicas para interactuar objetos, entre otros). Finalmente, la cuarta sub-categoría corresponde a “Aspectos sociales de la inmersión”, la cual se centra en la interacción con otros agentes sociales en los videojuegos (por ejemplo, agregar NPC’s a los ambientes).

En el caso de la categoría de “Impedimentos de inmersión” los factores que los usuarios consideraban que obstaculizaban el sentimiento de inmersión fueron identificados y agrupados en tres sub-categorías. La primera sub-categoría “Insatisfacción con el Hardware” se centra en los problemas técnicos que presentaba el hardware al momento de jugar (por ejemplo: marcos faltantes, parpadeo, píxeles muertos, entre otros). La segunda sub-categoría “Diseño inadecuado e implementación deficiente de *affordances*” se centra en la ruptura de modelos mentales del usuario (por ejemplo, comportamientos inesperados de objetos, lógicas no coherentes, falta de marcas visuales, entre otras). Finalmente, la tercera sub-categoría “Usuarios como impedidores de la inmersión” se centra en los problemas relacionados a los usuarios propiamente tal (por ejemplo, mal ajuste de los HMD, configuraciones incorrecta de las habitaciones donde se desarrollaba la actividad, entre otros).

Finalmente, la categoría “Efectos de desplazamiento en la inmersión” se centra en los métodos y mecánicas de desplazamiento disponibles en los videojuegos. La temática de esta categoría no presenta mucha variedad de temas de discusión y eventualmente converge a la necesidad de disponer los tipos de mecánica de manera que el jugador pueda escoger de manera libre cual es de su agrado y/o preferencia.

2.5. Solución Propuesta

En la actualidad no hay claridad en la literatura sobre cómo diseñar experiencias de videojuegos inmersivas en entornos que utilizan la realidad virtual como principal mecanismo de interacción. Por consiguiente, la literatura no presenta guías de diseño claras y basadas en evidencia para este dominio, tales que al momento de seguirlas, aseguren que los jugadores se involucren de manera efectiva con los videojuegos. Aprovechando el modelo de inmersión propuesto por Calleja, buscaremos con este trabajo de título proponer un conjunto inicial

de guías para apoyar a diseñadores que buscan potenciar las experiencias de videojuegos inmersivas.

Para lograr esto, se propuso realizar el trabajo presentado en este documento, con el objetivo de entender la aplicabilidad del modelo de involucramiento de Calleja en entornos de realidad virtual mediante la recolección y análisis de datos obtenidos a partir de un estudio de usuarios. La solución a desarrollar para estudiar la validez de la hipótesis y dar respuesta a las preguntas de investigación definidas en este proyecto, consideró las siguientes tres componentes:

1. *Identificación de dimensiones de inmersión e involucramiento*: Esta etapa fue planteada con el objetivo de recabar conocimiento acerca de la situación actual de la tecnología, conceptos y modelos relevantes para el problema, mediante una búsqueda por los temas relevantes al estudio (Inmersión, engagement, presencia, realidad virtual, entre otros). Esto se tradujo en qué metodologías y herramientas de medición fueron utilizadas en los experimentos.
2. *Generación de evidencia para estudiar la correspondencia entre las dimensiones de inmersión e involucramiento*: Esta etapa se planteó como la etapa conciliadora del conocimiento anterior, donde se buscó diseñar un estudio de usuario de naturaleza empírica para recopilar evidencia y así poder estudiar las posibles relaciones existentes, a partir de la experiencia de usuarios de videojuegos de VR. Asimismo, en esta etapa fue necesario desarrollar instrumentos para ver la aplicación del modelo de Calleja [3] en la tecnología, lo cual da como resultado el desarrollo de un cuestionario para evaluar la aplicación del Modelo de Calleja en los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual y la generación de un Modelo para estudiar las posibles correspondencias existentes entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual y las dimensiones de involucramiento en el modelo de Calleja.
3. *Abstracción y generación de pautas de diseño*: Una vez obtenidos los datos, se propuso realizar un análisis, para así poder abstraer una primera versión de implicancias de diseño. Una vez lista esta primera abstracción, se concluye esta etapa con una validación con posibles futuros usuarios de estas, como por ejemplo diseñadores y desarrolladores de videojuegos en realidad virtual.

2.6. Metamodelo para experiencias de juego inmersivas en VR

Dada la revisión de la literatura disponible y con el objetivo de estudiar las posibles correspondencias existentes entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual y las dimensiones de involucramiento en el modelo de Calleja, se formula el *Meta Model for Immersive Gaming Experiences in Virtual Reality* (Metamodelo para experiencias de juego inmersivas en Realidad Virtual en español).

Este modelo considera de tres componentes principales: una componente de usuario, una componente de software y una componente de hardware. De la misma manera que Calleja [3]

propone que las dimensiones de su modelo no aparecen por sí solas, sino como una combinación de estas en mayor o menor grado, este modelo considera que estas tres componentes se encuentran constantemente presente al momento de analizar la experiencia del usuario en una experiencia de juego inmersiva, pero que la afectan de mayor o menor grado dependiendo de la situación. En consecuencia, se tiene que al momento de aplicar este modelo a una situación práctica, se debe considerar la interacción de estas tres componentes como un conjunto y no cada una de manera independiente como se puede ver en la figura 2.1.

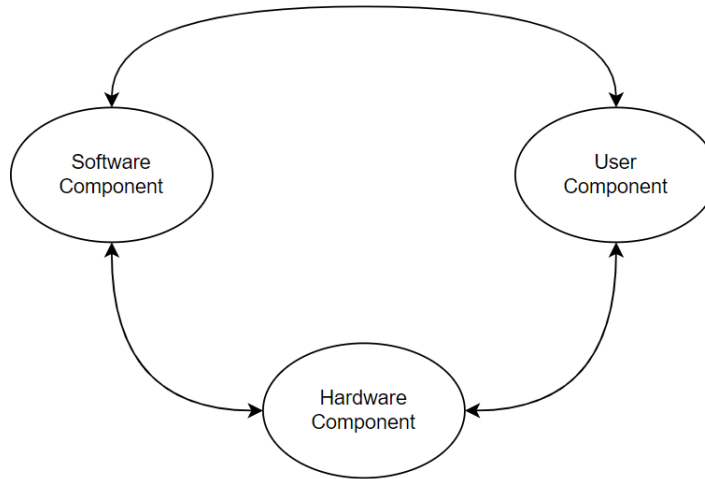


Figura 2.1: Componentes principales para Meta Model for Immersive Gaming Experiences in Virtual Reality

Además de esta dependencia entre componentes, este modelo considera que existen relaciones estos, las cuales pueden afectar de manera positiva como negativa la experiencia de usuario en una experiencia juego inmersiva. Un ejemplo de experiencias negativas es el fenómeno de *motion sickness* o mareo por movimiento, que provoca en el usuario una sensación de náuseas, vómitos, mareos y sudores fríos en la mayoría de los casos y que es conocido por ser uno de los efectos secundarios más comunes en los jugadores de VR [4]. Esta experiencia puede ser explicada a partir del modelo por la relación negativa de los componentes. En el ejemplo de la figura 2.2 tenemos que la relación negativa entre las tres componentes dan como resultado el *motion sickness*, esto se debe a que distintas investigaciones [4, 6, 12, 19] señalan que este es un fenómeno multidimensional, donde afecta la capacidad de rendering del dispositivo utilizado (Componente de Hardware), el mecanismo de desplazamiento en el juego (Componente de Software) y el estado físico/salud del jugador (Componente de Usuario).

2.6.1. Componente de Usuario

Esta componente es la encargada de englobar los aspectos relacionados con el usuario, considerando los aspectos antropológicos, de comportamiento, cognitivos y factores sociales. En específico, este componente engloba estos aspectos agrupándolos en dos dimensiones: una dimensión de preferencias del usuario y las capacidades del usuario. Estas dimensiones —de la misma manera que el modelo en sí—, están relacionadas por lo que no aparecen de manera independiente al momento de analizar la experiencia del usuario en una experiencia de juego

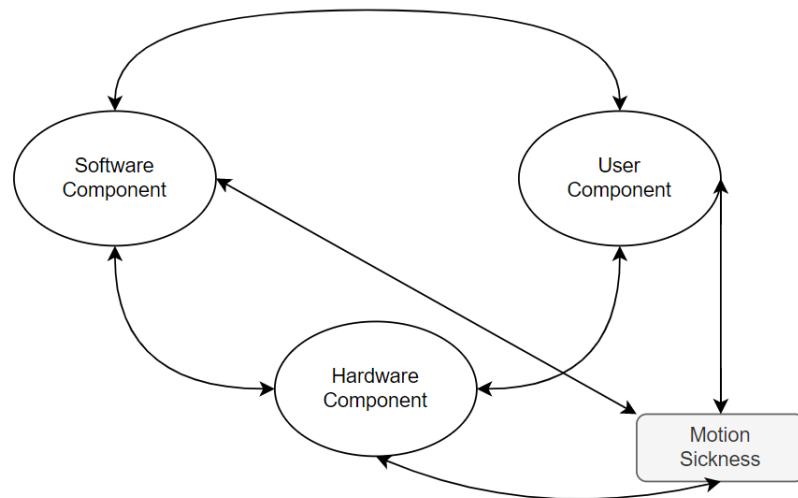


Figura 2.2: Relaciones entre componentes: Motion Sickness

inmersiva, pero que la afectan de mayor o menor grado dependiendo de la situación, como se evidencia en la figura 2.3.

La primera dimensión —como su nombre sugiere— considera las preferencias del usuario y toma en consideración los elementos presentados en BrainHex [16], una caracterización basada en la personalidad de los jugadores. Esta caracterización propone que un jugador puede ser clasificado en las siguientes categorías dependiendo de su motivación: *Buscadores* (Disfrutan explorando el mundo del juego), *Sobrevivientes* (Disfrutan experimentando el miedo en un entorno controlado y sobreviviendo al terror), *Temerarios* (Disfrutan de una experiencia emocionante que les permite comportarse de manera arriesgada), *Mentes Maestras* (Disfrutan resolviendo acertijos e ideando estrategias complejas), *Conquistadores* (Disfrutan derrotando a enemigos difíciles), *Socializadores* (Disfrutan de los juegos como una forma de socializar) y *Triunfadores* (Disfrutan completando desafíos en el juego). En consecuencia, se tiene que como las categorías poseen distintas motivaciones, existirán distintos juegos que capturen la atención del jugador. Asimismo, pueden existir más preferencias dependiendo del jugador que influyen en la experiencia de este y, por consecuencia, en las experiencias de juegos inmersivos, como por ejemplo preferencias estéticas, musicales, mecánicas, temática, entre otras.

La segunda dimensión considera las capacidades tanto físicas como psicológicas del usuario. Esto se debe a que los juegos que utilizan la realidad como principal medio de interacción con el usuario pueden ser categorizados dentro de la categoría de sistemas centrados en usuarios. En estos tipos de sistemas es fundamental considerar los aspectos antropológicos, de comportamiento, cognitivos y factores sociales al momento de diseñar para usuarios, ya que permiten delimitar que puede hacer el usuario, es decir, sus capacidades [21].

2.6.2. Componente de Hardware

Esta componente considera los materiales físicos con los cuales el jugador interactúa con el juego y es el encargado de englobar los aspectos de hardware relacionados a estos materiales

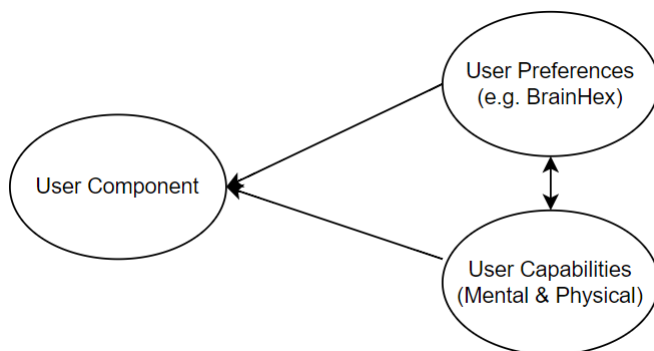


Figura 2.3: Dimensiones del Componente de Usuario

que influyen en las experiencias de juego inmersivas. En específico, este componente considera dos dimensiones: una de HDM (Head Mounted Display) y otra de Controllers (Controles), que son las partes que conforman un set de realidad virtual. Estas dimensiones —de la misma manera que el modelo en sí— están relacionadas, por lo que no aparecen de manera independiente al momento de analizar la experiencia del usuario en una experiencia de juego inmersiva, pero que la afectan de mayor o menor grado dependiendo de la situación, como se evidencia en la figura 2.4.

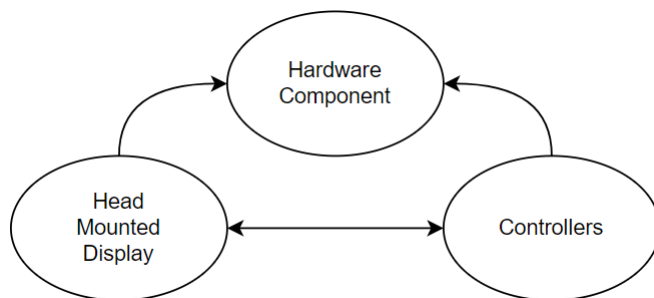


Figura 2.4: Dimensiones del Componente de Hardware

2.6.3. Componente de Software

Este componente considera los aspectos del videojuego propiamente tal al momento de hablar de experiencias de juego inmersivas, es decir, a los aspectos de diseño que controla la parte del software. Para esta componente, se considera The Player Involvement Model propuesto por Calleja [3] como se puede ver en la figura 2.5, ya que este modelo considera los aspectos relevantes de un videojuego en cuanto a inmersión e involucramiento por parte del usuario, pese a que este modelo no haya sido validado en juegos de realidad virtual propiamente tal. Esta evaluación se propone en la siguiente sub-sección de la presente sección.

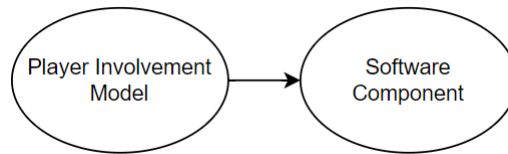


Figura 2.5: Dimensiones del Componente de Software

2.6.4. Interacciones entre componentes y dimensiones

De la misma manera que los componentes, este modelo considera que las distintas dimensiones contenidas en los componentes no aparecen de manera independiente, sino que son parte del fenómeno propiamente tal y que a su vez existen relaciones —tanto positivas como negativas— entre ellas. En la figura 2.6 se pueden notar algunas relaciones entre componentes encontradas en el trabajo exploratorio, las cuales se encuentran señaladas mediante líneas punteadas.

Una de las relaciones es la del componente de Hardware y la dimensión de *Kinectic Involvement*, ya que ambas partes consideran la interacción con el medio físico, que en este caso corresponde a los elementos con los cuales el usuario interactúa. Para este caso se tiene que al mejorar el componente de Hardware, habrá un impacto positivo en la dimensión *Kinectic Involvement*, ya que por ejemplo esta mejora podría permitir que el usuario interactúe de manera más cómoda con los controles o con el HMD, lo cual beneficia la sensación de control que percibe el usuario en el juego y por consecuencia mejore la experiencia en el ámbito de interacción.

De manera similar, se tiene la componente de Usuario y la dimensión de *Shared Involvement*, ya que ambas partes consideran la interacción del jugador con los otros agentes sociales, es decir consideran los factores sociales del usuario. En este caso —de manera similar que el anterior— si mejoramos la dimensión *Shared Involvement* habrá un impacto positivo en el componente de usuario y en caso contrario, si empeoramos la dimensión habrá un impacto negativo. Un ejemplo sería eliminar todos los agentes sociales del videojuego, esto conllevaría a un impacto negativo para el usuario ya que no habría ningún tipo de interacción social, por lo que la componente se vería afectada y causaría una degradación en la experiencia de juego en el ámbito social.

Asimismo, otra relación bastante importante es la del componente de Hardware y la dimensión de capacidades del usuario, ya que ambas partes consideran como el usuario interactúa con el medio físico, por lo que es necesario considerar al momento de analizar esta interacción las limitantes que presenta el usuario, tanto físicas como cognitivas. En este caso, de manera similar que el primero, se tiene que al mejorar el componente de Hardware se impacta de manera positiva en el componente de Usuario, ya que un diseño acorde a las necesidades del usuario facilita la interacción.

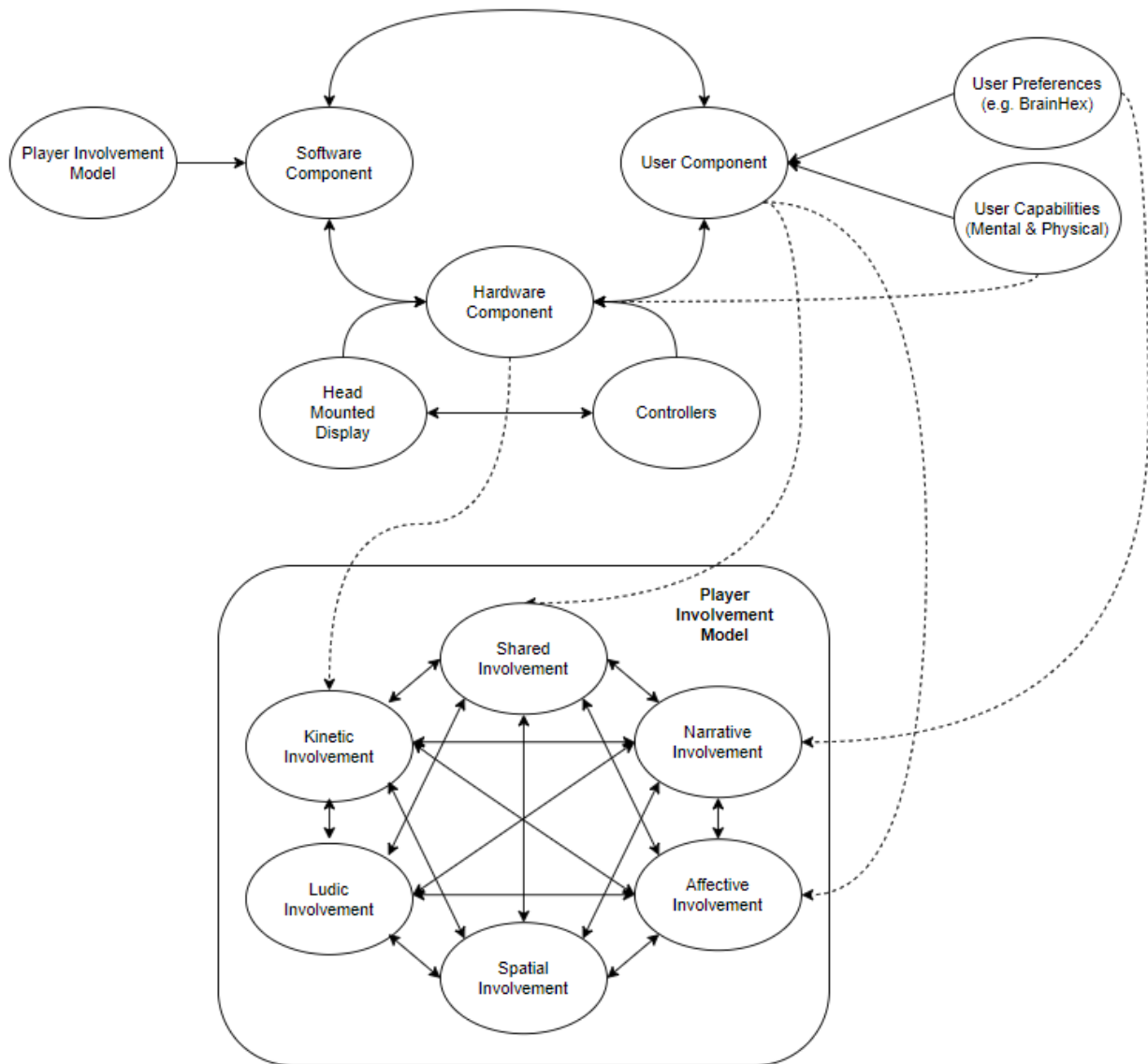


Figura 2.6: Interacciones entre componentes y dimensiones del modelo

Capítulo 3

Objetivos, Hipótesis y Preguntas de Investigación

3.1. Objetivos

A continuación se presentan los objetivos a cumplir una vez completada la ejecución del trabajo de título propuesto.

Objetivo General

Definir un primer modelo de implicancias de diseño, basadas en la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) y el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja, para facilitar el diseño de experiencias de usuarios centradas en la inmersión en videojuegos de VR.

Objetivos Específicos

1. Estudiar cuáles podrían ser posibles puntos de convergencia, de acuerdo a la literatura, entre el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja y los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware).
2. Estudiar empíricamente la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) y las dimensiones de involucramiento en el modelo de Calleja con la finalidad de dar soporte al modelo inicial derivado en el objetivo anterior.
3. Abstraer implicancias de diseño que puedan ser traducidas en forma de guías o pautas para mejorar la experiencia de usuario en inmersión de VR, tomando como base la evidencia empírica recolectada y analizada en el objetivo anterior.

3.2. Hipótesis

Es posible identificar correspondencias entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) y el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja [3] con la finalidad de proponer un primer modelo integrado de implicancias de diseño para videojuegos en realidad virtual.

3.3. Preguntas de Investigación

Con el fin de apoyar la validez de la hipótesis, se buscan responder las siguientes tres preguntas:

1. ¿Cómo se expresa la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) y el modelo de involucramiento de Calleja?
2. ¿Qué interacciones existen entre las dimensiones del modelo de involucramiento de Calleja y los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) al momento de realizar esta correspondencia?
3. ¿Qué componentes se pueden abstraer de la correspondencia entre las dimensiones de inmersión de VR y del modelo de involucramiento de Calleja para diseñar experiencias inmersivas en VR?

3.4. Evaluación

Para la evaluación del trabajo en términos de cuán bien cumple con los objetivos planteados, la validez de la hipótesis y las respuestas de las preguntas de investigación se propuso estudiar los posibles puntos de convergencia, de acuerdo a la literatura, entre el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja y los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware), para posteriormente poder ejecutar un estudio empírico para validar esta correspondencia. Finalmente, una vez realizado este estudio se realiza una abstracción para crear pautas de diseño, las cuales fueron evaluadas con expertos en el área (diseñadores y desarrolladores de videojuegos en VR) con el objetivo de generar guías de diseño de fácil acceso.

Capítulo 4

Estudio Empírico

A continuación se presenta la metodología del experimento llevado a cabo, considerando los siguientes cuatro aspectos principales: (1) Diseño donde se detallarán las características formales del diseño del estudio, (2) Participantes donde se detallarán las características relevantes relacionadas a los participantes, (3) Aparatos y Materiales donde se detallarán el equipamiento y los materiales que se utilizaron y, (4) Procedimiento donde se describe lo dicho y hecho con precisión a los participantes en el estudio.

Este estudio fue realizado con el objetivo de darle sustento empírico al Metamodelo para experiencias de juego inmersivas en VR. Esto se debe a que el modelo por si solo captura los puntos de convergencia, de acuerdo a la literatura, pero no se tiene conocimiento si de que efectivamente en la práctica se expresa esta correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual y el modelo de involucramiento de Calleja. Asimismo, en el caso de expresarse esta correspondencia es necesario ver como esta se expresa y cuales son las interacciones existentes entre los distintos componentes involucrados.

4.1. Diseño

El experimento consideró un diseño del tipo entre-sujetos, es decir, los participantes solo probaron una condición del estudio y por consecuencia estuvieron expuestos a un solo tipo de experiencia. Para hacer la asignación de participantes a cada grupo se optó por utilizar las siguientes variables, de manera tal que los grupos quedaran homogéneos en función de estas: experiencia previa en videojuegos de realidad virtual, experiencia previa en videojuegos de plataformas tradicionales e identidad de género.

Las variables independientes consideradas en el estudio son las variables de categóricas previamente señaladas y también el videojuego con el cual el participante iba a interactuar. A su vez, las variables dependientes consideradas son las dinámicas de interacción y desplazamiento de los participantes en el mundo del videojuego, el avance en el videojuego dependiendo del objetivo y la experiencia propiamente tal al momento de interactuar tanto con la tecnología de realidad virtual como con el videojuego. Asimismo, hubo que considerar

otras variables dependientes inherentes a los participantes, que son los resultados y comentarios de los distintos cuestionarios aplicados a posterior a la interacción con el videojuego.

4.1.1. Consideraciones Éticas

Ya que se le pidió a los participantes compartir información personal y realizar actividad que involucran movimiento, contó con un acuerdo de consentimiento informado en el cual se detalló el propósito de la investigación, el protocolo de manejo de los datos y de las posibles molestias que podrían presentar. Este documento se encuentra en el Anexo B.2.

Además, este estudio se sometió a revisión por parte del Comité de Ética Institucional de la Facultad, donde obtuvo la aprobación del protocolo experimental a seguir, dado que el estudio involucra investigación con humanos. Este documento se encuentra en el Anexo B.1.

4.2. Participantes

Se esperaba una convocatoria inicial de 60 participantes, de manera tal que fuesen divididos en dos grupos de 30 integrantes respectivamente en función de las variables discriminatorias previamente señaladas, pero dado el alto interés por la iniciativa y la disponibilidad del espacio, esta convocatoria se extendió hasta llegar a los 82 participantes. Para la obtención de participantes se consideró inicialmente un muestreo por conveniencia con una compensación mediante una convocatoria a nivel Facultad, mediante la publicación tanto en el foro institucional, como la disposición de afiches informativos por lugares de acceso público el campus de la Facultad. A raíz del tipo de selección de participantes se presentan los siguientes sesgos: sexo, edad, situación académica, familiaridad con la tecnología, experiencia previa con videojuegos y contexto socio-cultural, por lo que se tuvieron en consideración al momento de interpretar los resultados.

4.3. Aparatos y Materiales

A continuación se describen los aparatos y materiales utilizados en el estudio empírico, de manera tal que este -en caso de ser necesario- pueda ser reproducido sin mayores problemas. Cabe señalar los aparatos corresponden a instrumentos que entregan soporte al experimento, mientras que, los materiales son instrumentos que son utilizados en el experimento propiamente tal.

4.3.1. Aparatos

Para llevar a cabo el experimento se contó con dos cascos Oculus Quest con una capacidad de almacenamiento de 128 GB y cuya versión de software fue Oculus Quest Build 38.0. A su

vez, se contó con dos videojuegos: BeatSaber¹ cuya versión de software fue la 1.17.0 y Half Life: Alyx² cuya versión de software fue 1.5.4. Este último juego –dado los requerimientos del sistema– tuvo que ser compilado en un computador para posteriormente ser transmitido vía cable USB al casco de realidad virtual, por lo que fue necesario disponer con un computador con las siguientes características:

- Sistema Operativo: Windows 10 Pro 64 bits
- Procesador: Intel(R) Core(TM) i5-8600 CPU @3.10GHZ (6CPUs)
- Memoria Ram: 16 GB
- Tarjeta gráfica: NVIDIA GeForce GTX 1070 Ti
- Controlador gráfico: GeForce Game Ready Versión 512.15

Además, fue necesario contar con la aplicación SteamVR³ versión 1.24.6 que permitía la transmisión del juego desde el computador al casco y la aplicación Oculus⁴ la cual permitía la conexión entre el casco y el computador propiamente tal.

Se eligieron estos aparatos ya que se tiene conocimiento acerca del manejo y funcionamiento de estos. Además, las distintas versiones de software respectivas corresponden a las últimas versiones estables y con soporte previo a la realización del experimento (octubre 2022). Sumado a lo anterior, estos materiales fueron considerados para llevar a cabo el estudio, ya que permitieron el control de posibles sesgos que se pueden inducir a los usuarios. Por ejemplo, entre consolas existen diferencias de rendimiento que afectan la experiencia del usuario. Asimismo, entre versiones de software también pueden haber diferencias de rendimiento y de maneras de interactuar, las cuales pueden incidir en cómo el usuario se desenvuelve en el experimento.

En cuanto a los videojuegos, se tuvieron las siguientes consideraciones al momento de la elección respetando las recomendaciones que se deben tener al momento de elegir videojuegos comerciales para ser utilizados en un estudio propiamente tal [1]. En primera instancia se tuvo en cuenta de que el diseño y desarrollo de estos fue exclusivo para plataformas de realidad virtual, es decir, no hubo la adaptación de un videojuego existente para permitir que este pudiese ser jugado en dispositivos que utilizan VR como principal mecanismo de interacción y por consecuencia, se tiene que estos títulos aprovechan las distintas herramientas y mecánicas que provee la tecnología. Sumado a esto, ambos videojuegos han logrado hasta la fecha tener éxito en la industria, el cual se puede ver reflejado tanto en las calificaciones por parte de expertos y de los usuarios, como los comentarios de estos. Sumado a esto, estos fueron considerados por sus características en términos de los objetivos y mecanismos de jugabilidad del videojuego propiamente tal y se esperaba que esta diferencia se viera reflejada en los distintos cuestionarios, ya que BeatSaber tiene como objetivo que el usuario pueda alcanzar el mayor puntaje rompiendo bloques de manera rítmica, en cambio, Half Life: Alyx tiene como objetivo que el usuario pueda experimentar la narrativa del mundo distópico en el cual se sitúa la personaje principal Alyx.

¹store.steampowered.com/app/620980/Beat_Saber/

²store.steampowered.com/app/546560/HalfLife_Alyx/

³store.steampowered.com/app/250820/SteamVR/

⁴oculus.com/Setup/

4.3.2. Materiales

Los siguientes cuestionarios fueron aplicados para obtener datos acerca de la experiencia de los participantes posterior a la interacción con los videojuegos:

1. Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ): Este instrumento puede ser utilizado para calificar el mareo que puede sentir el usuario al momento de interactuar con ambientes de realidad virtual, como consecuencia del fenómeno de motion sickness [12]. Se esperaba con este instrumento recabar información acerca del mareo que pueden sentir los participantes al momento de relacionarse con los ambientes de VR.
2. Gameful Experience Questionnaire (GEQ): Este instrumento puede ser utilizado para modelar y medir la experiencia de juego de un usuario, tanto en sistemas como en servicios [10]. Se consideraron los 7 ítems contenidos en el *Core Module* y se esperaba con este instrumento recabar información acerca la experiencia de juego de los participantes.

Estos cuestionarios fueron elegidos ya que ambos han probado ser herramientas útiles para medir experiencias de usuarios en sus respectivos dominios. Asimismo, el segundo cuestionario como se indica en la sección del Estado del Arte del presente documento, considera los aspectos de inmersión y presencia los cuales son relevantes a evaluar. Por otro lado, el primer cuestionario permite evaluar el fenómeno de *motion sickness*, por lo que se podría evaluar el rol de este en la experiencia del usuario. Sin embargo, ambos cuestionarios fueron diseñados para usuarios de habla inglesa como se puede ver en el Anexo A.1 y Anexo A.3, por lo que fue necesario adaptarlos para los participantes de habla hispana del experimento lo que dio como resultado los cuestionarios que se pueden ver en el Anexo A.2 y Anexo A.4.

4.3.3. Virtual Reality Immersive Questionnaire

Además de los cuestionarios previamente señalados, se crea un tercer cuestionario llamado Virtual Reality Immersive Questionnaire (VRIQ), con el objetivo de evaluar la aplicación del Modelo de Calleja en los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual. Este instrumento fue diseñado considerando los distintos componentes del modelo de involucramiento de Calleja (dimensiones y fases) como los ítems a evaluar mediante una escala Likert de cinco puntos en función de la experiencia que tengan los usuarios con los videojuegos. Este cuestionario fue desarrollado en una primera instancia en inglés, para capturar de mejor manera la naturaleza de los distintos conceptos presentados por el auto, lo cual dio como resultado el cuestionario que se puede ver en el Anexo A.5 y posteriormente fue traducido al español, cuya traducción fue validada por expertos en el área bilingües y dio como resultado el cuestionario que se puede ver a continuación. Cabe señalar que la validación psicométrica del instrumento se abordará como trabajo futuro, dado el extensivo tiempo que requiere esta tarea. Luego, los resultados obtenidos deben interpretarse de modo exploratorio y no buscan generalizar a una población mayor.

VRIQ - Versión Español

Por favor indica que tan de acuerdo con las siguientes aseveraciones para cada uno de los ítem en la siguiente escala:

Totalmente en desacuerdo (0) - En desacuerdo (1) - Ni de acuerdo ni en desacuerdo (2)
- De acuerdo (3) - Totalmente de acuerdo (4)

Involucramiento Kinestésico

- Pude realizar acciones que afectan el mundo del juego y sus habitantes
- Pude controlar el avatar durante el juego

Involucramiento Espacial

- Pude explorar el ambiente del juego o el espacio navegable
- Pude estar consciente del entorno gracias a la navegación
- Pude crear un mapa mental a través de la navegación
- Pude sentirme familiarizada/e/o con el mapa del mundo o ambiente del juego

Involucramiento Compartido

- Pude socializar en el mundo del juego
- Pude cooperar con otros agentes sociales en el mundo del juego
- Pude colaborar con otros agentes sociales en el mundo del juego
- Pude competir con otros agentes sociales en el mundo del juego
- Pude percibir, sentir o crear conflicto con otros agentes sociales en el mundo del juego

Involucramiento Narrativo

- Pude experimentar eventos que suceden en el desarrollo del juego
- Pude experimentar la historia mediante diferentes métodos de exposición, tales como escenas de vídeo, eventos de interacción rápida, diálogos y secciones de texto
- Pude experimentar la historia mediante la interacción con el mundo del juego

Involucramiento Afectivo

- Pude cambiar de un estado emocional a otro más favorable (estado positivo)
- Pude sentirme afectada/e/o emocionalmente por los eventos del juego

Involucramiento Lúdico

- Pude identificar los objetivos del juego
- Pude crear mis propios objetivos a partir del juego
- Pude crear y seguir planes para alcanzar un objetivo
- Pude seguir una táctica para lograr un objetivo secundario

4.3.4. Procedimiento

A continuación se presenta en detalle los métodos utilizados para la recolección de datos en el estudio. Se consideran los siguientes 3 aspectos en el procedimiento llevado a cabo: (1) La configuración del ambiente de experimentación, (2) la interacción con los participantes y (3) las limitaciones particulares del set up experimental.

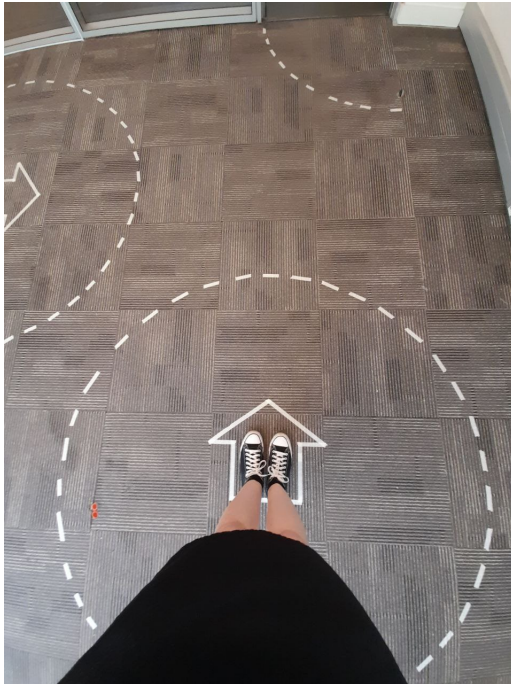
Configuración del ambiente

La fase de experimentación con participantes fue llevada a cabo en la sala Mendelzon del Departamento de Ciencias de la Computación (Edificio Poniente, segundo piso), la cual fue adaptada para permitir el desarrollo de esta fase sin mayores problemas. Esta adaptación consistió en la demarcación de dos círculos como se puede ver en la figura 4.1, los cuales son del tamaño de la zona de juego automática que provee el casco propiamente tal. Estos fueron ubicados de manera tal que se evitaran las colisiones tanto con los distintos elementos de la sala (por ejemplo pizarras, puerta, escritorios) y en el caso de que hubiesen dos participantes en la sala, con el otro participante respectivo. Además, en los círculos se agregaron flechas para demarcar la orientación inicial del participante, de manera tal que se ubicara tal como se muestra en la figura 4.2 al momento de iniciar la experiencia.

Para la orientación del la zona de juego para Half Life: Alyx, se tuvo que tener en consideración la distancia de esta con el computador, ya que este juego requería ser compilado en este y ser transmitido vía cable USB, a diferencia del juego BeatSaber que podía ser compilado y ejecutado en el casco propiamente tal sin mayores problemas. Además, con el objetivo de permitir una experiencia de juego sin mayores interrupciones y/o molestias, el encargado de acompañar al participante en la experiencia del Half Life: Alyx tenía que asegurarse de que el cable no interfiriera en los movimientos de este, por lo que en ocasiones fue necesario moverlo para evitar que la persona se enredara en el cable, lo pisara o tuviera algún otro problema relacionado que afectara la experiencia propiamente tal.



Figura 4.1: Configuración sala de experimentación



(a) Zona de juego Half Life: Alyx



(b) Zona de juego BeatSaber

Figura 4.2: Orientación para jugador dentro de la zona de juego

Interacción con participantes

En primera instancia, se aplicó un cuestionario de caracterización a las personas interesadas en participar en la instancia experimental, de manera no presencial con un cuestionario de Google Forms. Con esto se buscó poder seleccionar y categorizar a los participantes, en función de las distintas variables categóricas previamente señaladas, para así poder mantener los grupos balanceados y filtrar personas que no cumplían las características necesarias. Una vez que respondían este cuestionario, se les mandaba un enlace con los horarios disponibles para llevar a cabo la sesión de juego, donde podían elegir a libertad de su disponibilidad horaria.

Posteriormente, cuando el participante llegaba a la sala de experimentación para su hora respectiva se le invitaba a pasar, donde se procedía a confirmar su identidad y al grupo en el cual había sido seleccionado. Si se confirmaba que era el bloque horario correcto se procedía de la siguiente manera:

1. *Bienvenida*: Se le agradece al participante por la participación y el interés en este tipo de instancia experimental. Posteriormente se le pedía dejar sus pertenencias en la zona designada, lejos de las zonas de juego para evitar alguna interferencia de estas en la experiencia y así evitar posibles accidentes y/o daños al inmueble.
2. *Explicación inicial*: Se le explica a grandes rasgos en que va a consistir la experiencia, dándole énfasis a las etapas que la componen. La primera etapa corresponde a la lectura de un consentimiento informado, la segunda corresponde una familiarización con el dispositivo de VR, la tercera corresponde a la parte de juego propiamente tal y la cuarta corresponde a la parte de cuestionarios y preguntas finales. De manera adicional, se le pregunta si tiene alguna duda por ahora a grandes rasgos de la experiencia.
3. *Consentimiento Informado*: Se le entrega al participante dos copias del consentimiento informado (Anexo B.2), donde una copia se la queda el facilitador del experimento y la otra a disposición del participante. En esta fase, se da un breve resumen del objetivo del consentimiento en cuanto a que busca informar cuales son los marcos éticos donde se sitúa esta experiencia experimental y distintas consideraciones que debe tener el participante si quiere participar en esta. En caso de que el participante esté de acuerdo con estos y exprese su consentimiento se procede con la siguiente etapa de la experiencia, en caso contrario, se le procede a la etapa de despedida y este no es considerado dentro de los resultados.
4. *Presentación del dispositivo de VR*: En esta etapa se le pregunta al participante si ha tenido experiencia con realidad virtual; en el caso de que la respuesta sea afirmativa se le pregunta si ha interactuado con este tipo de set para ayudarlo a hacer las configuraciones iniciales de manera más independiente. En caso contrario, de que el participante no haya tenido experiencia con realidad virtual, se procede a hacer una presentación de las distintas partes que conforman el set de realidad virtual.

Se parte presentando los controles, donde se les indica que control es para que mano y que se deben ajustar las cuerdas de seguridad de manera similar a las cuerdas de seguridad de los controles de la Nintendo Wii o de la Nintendo Switch para evitar que estos salgan eyectados por el aire en el desarrollo del juego. Para evitar problemas de

confusión de controles se optó por utilizar ayudas visuales, en esta caso, un sticker donde se decía a que mano correspondía el control (Figura 4.3), ya que estos carecían de ayudas visuales y/o táctiles para su fácil distinción. Además se les indica cual es el botón *trigger* para seleccionar en los distintos menús de juego y cual es la manera correcta de sujetar el mando, en caso de que lo estuviesen tomando de mala manera.

Luego, se presenta el casco de realidad virtual, donde se les muestra los distintos componentes que lo conforman y como se interactúa con estos. En específico, se le muestra prácticamente como se ajustan las cuerdas para afirmar el casco, como se ajusta la visión, como subir el volumen y como sacárselo.

Posterior a esta introducción, se le procede con ayudar al participante a ponerse el casco de manera adecuada, para así evitar problemas en la fase de juego. Para esto se le ayuda ajustando las cuerdas que sujetan las cuerdas y se le pide después que configure la visión por si mismo para que logre encontrar el punto donde puede ver sin tener que forzar la vista. Se procede con el ajuste hasta que el participante se encuentre lo más a gusto posible y seguro con que se podrá desempeñar de manera tranquila en el juego.

5. *Presentación de la zona de juego e introducción a la experiencia:* Una vez listo el participante, este es posicionado en la zona de juego, donde se le pide que avance hasta salir del área del juego para que vea como se ve en caso de que se salga de esta y así pueda moverse con tranquilidad. Posteriormente, se le hace una breve introducción del juego con el que va a interactuar y que contará con 20 minutos para interactuar con este de manera libre, ya que no hay una competencia de ningún tipo, sino que se busca ver como normalmente interactuaría con un juego de este tipo. También, se le señala que en caso de tener preguntas se las puede hacer al facilitador correspondiente y que se puede retirar el casco en caso de que se sienta muy mareado o en cualquier situación que sienta que lo amerite. Para el caso del juego BeatSaber se consideró además una explicación de las mecánicas del juego, ya que este no contaba con un nivel introductorio o de *onboarding*.
6. *Desarrollo del juego:* Se deja al participante interactuando con el juego respectivo durante 20 minutos y en el caso de que este tenga preguntas estas son respondidas. Para el caso del juego Half Life: Alyx se le pide al participante que empiece el juego en el nivel introductorio llamado entrelazamiento, en nivel fácil y con las configuraciones por defecto, con la instrucción de que avance de manera libre en este, ya que este nivel es guiado e introduce al jugador en como moverse, como interactuar con los objetos, entre otros. Para este juego, en caso de que el participante pidiera pistas para el avance en la historia, estas eran dadas dando pistas del tipo "¿Apretaste todos los botones?.º ¿Creo que te faltó mirar alguna ventana".
Para el caso del juego BeatSaber se le pide al participante que elija una canción del catalogo y que la juegue en nivel normal, para así tenga un primer acercamiento con las mecánicas del juego, ya que como se señaló anteriormente no se cuenta con un nivel introductorio. Posteriormente, cuando el participante logra entender de buena manera las mecánicas del juego se le da libertad al participante a que le cambie la dificultad a los niveles y que elija libremente las canciones. Para este juego, en caso de que el participante pidiera recomendaciones de canciones, se le pregunta que estilo de canción quiere y se trata de señalarle una que se ajuste a este.
7. *Aplicación de cuestionarios:* Se le avisa al participante que se acabo su tiempo y se

le ofrece ayuda con el retiro del equipo de VR. Se le ofrece un tiempo de descanso en caso de necesitarlo y se le pregunta si tiene un dispositivo con lector de código QR, para que pueda responder el cuestionario desde su celular (En caso de no tener, se le facilita una tablet con el cuestionario). Una vez escaneado el QR, el facilitador del experimento ingresa el id del participante en el formulario, para evitar confusiones y así asegurar el anonimato de los datos. Luego, se le devuelve el dispositivo, se le cuenta en que consisten los cuestionarios y en caso de tener dudas que por favor las haga para así poder ayudarlo.

8. *Despedida*: Una vez contestado el formulario con los cuestionarios, se procede a chequear que las respuestas hayan llegado de manera correcta al sistema. En caso de que hayan llegado, se le agradece al participante por su participación, se le ofrecen dulces a libre disposición y se le pregunta si tiene alguna duda y/o comentario que hacer.
9. *Desinfección de los equipos*: Dada la situación país en la que se desarrolló el experimento, posterior al uso de los equipos se procedía a una limpieza y desinfección de estos para su posterior uso, para evitar el contagio de enfermedades entre participantes y/o facilitadores. Además, estos eran cargados entre participantes, para así asegurar que tuviesen una carga de batería suficiente para el siguiente participante.



Figura 4.3: Vista en primera persona del control derecho con sticker



Figura 4.4: Vista en primera persona del casco de realidad virtual

Limitaciones

Dada la naturaleza y el desarrollo del estudio empírico propiamente, se identifican las siguientes limitaciones las cuales deben ser consideradas en el análisis de este.

1. *Tiempos de interacción con la tecnología:* Ya que se contaba con recursos limitados (disposición de los equipos, espacio, entre otros) se tuvo que acotar la experiencia en cuanto a duración, de manera tal que se lograra que el participante pudiera interactuar un tiempo considerable con la tecnología, pero en una sola instancia condensada. Esto podría presentar un riesgo en el caso de los componentes que requieren una incidencia o una exposición prolongada de la tecnología, en especial, en los componentes que requieren cierto grado de familiaridad con la tecnología propiamente tal. Sumado a esto, existe la posibilidad de que la experiencia haya sido abrumante en cuanto a carga cognitiva, ya que se le pedía a los participantes la familiarización, la interacción con la tecnología y responder preguntas acerca de esta en marco de 40 a 45 minutos
2. *Paralelismo de participantes:* La configuración del ambiente permitía que dos participantes de distintos grupos pudieran estar al mismo tiempo realizando de manera independiente la experiencia. Dada la naturaleza de ambos juegos, se tenía que los participantes que interactuaban con el juego BeatSaber tendían a emitir más ruido, mientras que los participantes que interactuaban con el juego Half Life: Alyx tendían a concentrarse más en la exploración silenciosa. Esto presenta la posibilidad de la interferencia por parte de los participantes del grupo de BeatSaber en la experiencia de

los participantes del grupo de Half Life: Alyx. Dado que el fenómeno a evaluar es el de inmersión, esta situación pudo haber afectado de manera negativa la experiencia para el grupo de Half Life: Alyx y en consecuencia podrían presentar un receso en llegar a estas totalmente inmersos en el juego.

Capítulo 5

Resultados

Los resultados presentados en el presente capítulo corresponden a la recopilación de la información prevista por los participantes en la etapa inicial de reclutamiento. Esta es presentada en función de las variables categóricas previamente señaladas, las cuales dieron como resultados –en primera instancia– una agrupación por frecuencia de interacción con videojuegos de plataformas tradicionales y por experticia percibida con estos, para posteriormente ser agrupados distinguiendo el videojuego con el cual interactuaron en la experiencia del estudio propiamente tal. A continuación, se presentan los resultados de estas agrupaciones en la sección 5.1 y en la sección 5.2, donde podemos ver las pruebas estadísticas realizadas en los datos y en específico, las pruebas realizadas para verificar la distribución de estos.

Es importante señalar, que se tuvo que realizar una limpieza y modificación de datos para poder trabajar con estos de manera más amigable en las etapas de exploración y análisis. Se tuvo que hacer esta limpieza ya que los distintos ítems de los formularios fueron presentados en un formato amigable para el usuario, pero no para el análisis y cálculo de puntajes propiamente tal.

5.1. Distribución

En el estudio se tuvieron en total 82 participantes, de los cuales 81 completaron la experiencia en su totalidad y solo uno de manera parcial. La edad promedio de los participantes fue de 21.122 años, siendo la edad mínima 18, la edad máxima 33, con una desviación estándar 2.886. En cuanto a la distribución en función de la identidad de género, se tiene que 25 participantes declararon identificarse como mujer, 53 participantes declararon identificarse como hombre y 4 participantes declararon identificarse con otra identidad de género.

En cuanto a la distribución por variables categóricas, tenemos que si agrupamos por la frecuencia de interacción con plataformas tradicionales (i.e. consolas de videojuegos, celulares, computadoras, entre otros) podemos formar cuatro grupos los cuales están conformados como se puede ver en la tabla 5.1. Asimismo, si agrupamos por la experiencia que los participantes declararon en las plataformas tradicionales, tenemos la distribución que se puede ver en la

tabla 5.2. Finalmente todos los participantes declararon tener un grado de experiencia con videojuegos de plataformas tradicionales, pero sólo 10 participantes declararon haber tenido interacción con dispositivos de realidad virtual.

Tabla 5.1: Distribución general de participantes en función de la frecuencia de interacción tradicional

Frecuencia Tradicional	Cantidad
Una o más veces por día	18
Una o más veces por semana	33
Una o más veces por mes	15
Una o más veces por año	16
Total	82

Tabla 5.2: Distribución general de participantes en función de la experticia tradicional

Experticia Tradicional	Cantidad
No tengo experticia	1
Poca experticia	18
Experticia promedio	32
Experticia sobre-promedio	17
Experticia extensa	14
Total	82

5.1.1. Distribución por grupos

De manera similar, los participantes fueron agrupados en dos grupos en función de las variables previamente señaladas. El primer grupo corresponde a los participantes que interactuaron con el juego Half Life: Alyx, el cual considera 42 participantes en total, de los cuales 42 completaron la experiencia en su totalidad. Las distribuciones en función de las variables categóricas se pueden ver en las tablas 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6 respectivamente, donde en la tabla 5.3 podemos ver la distribución por identidad de género, en la tabla 5.4 la distribución por frecuencia de interacción con plataformas de videojuegos tradicionales, la tabla 5.5 la experticia con percibida con los videojuegos de plataformas tradicionales y finalmente, en la tabla 5.6 la distribución en función de la experiencia en VR. El segundo grupo corresponde a los participantes que interactuaron con el juego BeatSaber, el cual considera 40 participantes en total, de los cuales 39 completaron la experiencia en su totalidad. Las distribuciones en función de las variables categóricas se pueden ver en las tablas 5.7, 5.8, 5.9 y 5.10 respectivamente, de manera similar que con el grupo anterior.

5.1.2. Chequeos de aleatoriedad

Dada la naturaleza del experimento y que se tuvieron dos grupos que interactuaron con videojuegos distintos y por consecuencia tuvieron experiencias distintas, fue necesario hacer

chequeos de aleatoriedad. Estos chequeos fueron realizados con el objetivo de asegurar de que la distribución de ambos grupos fuera homogénea, en cuanto a la distribución de los participantes en función de las variables categóricas previamente señalada.

El primer chequeo que se realizaba correspondía a verificar que la cantidad de participantes con experiencia en realidad virtual fuera la misma para ambos grupos. En segunda instancia, se verificaba que la cantidad de participantes en función de experticia en plataformas tradicionales fuera relativamente similar en los dos grupos. Finalmente, se buscaba –tratando de mantener las distribuciones previamente señaladas– que la distribución por género fuese también similar. A continuación se presenta la distribución de estos grupos en función de los chequeos de aleatoriedad previamente señalados

Chequeo aleatoriedad grupo 1 - Half Life: Alyx

Tabla 5.3: Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la identidad de género

Identidad de género	Cantidad
Hombre	27
Mujer	13
Otros	2
Total	42

Tabla 5.4: Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la frecuencia de interacción tradicional

Frecuencia Tradicional	Cantidad
Una o más veces por día	8
Una o más veces por semana	17
Una o más veces por mes	9
Una o más veces por año	8
Total	42

Tabla 5.5: Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la experticia tradicional

Experticia Tradicional	Cantidad
No tengo experticia	0
Poca experticia	8
Experticia promedio	18
Experticia sobrepromedio	10
Experticia extensa	6
Total	42

Tabla 5.6: Distribución de participantes grupo Half Life: Alyx en función de la interacción con realidad virtual

Experiencia en VR	Cantidad
Si	5
No	37
Total	42

Chequeo aleatoriedad grupo 2 - BeatSaber

Tabla 5.7: Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la identidad de género

Identidad de género	Cantidad
Hombre	26
Mujer	12
Otros	2
Total	40

Tabla 5.8: Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la frecuencia de interacción tradicional

Frecuencia Tradicional	Cantidad
Una o más veces por día	10
Una o más veces por semana	16
Una o más veces por mes	6
Una o más veces por año	8
Total	40

Tabla 5.9: Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la experticia tradicional

Experticia Tradicional	Cantidad
No tengo experticia	1
Poca experticia	10
Experticia promedio	14
Experticia sobre-promedio	7
Experticia extensa	8
Total	40

Tabla 5.10: Distribución de participantes grupo BeatSaber en función de la interacción con realidad virtual

Experiencia en VR	Cantidad
Si	5
No	35
Total	40

5.2. Pruebas estadísticas para los datos

Continuando con la exploración y análisis de los resultados, se procedió a realizar una serie de pruebas estadísticas con el fin de explorar la posibilidad de distintas relaciones relevantes, como por ejemplo, la existencia correlaciones entre las distintas variables dependientes en función de las agrupaciones por las variables categóricas, la existencia de posibles diferencias de medias/medianas en ambos grupos experimentales, entre otros. Con este objetivo en mente, se siguió el siguiente procedimiento por cada cuestionario y combinación de variables: (1) revisar si los datos tenían una distribución normal, (2) seleccionar el estadístico adecuado en función del tipo de muestra y la normalidad verificada anteriormente y finalmente (3) calcular el valor de estadístico junto al efecto asociado.

5.2.1. Distribución de los datos

Se partieron las pruebas estadísticas de los datos inspeccionando la distribución de estos. Para esto, en primera instancia realizaron histogramas para verificar si estos tenían una distribución normal, las cuales fueron ratificadas mediante un test Shapiro-Wilk con un nivel de alfa igual a 0.05. Esto se realizó, dado que el supuesto fundamental en el que se sustentan las pruebas estadísticas paramétricas (por ejemplo, diferencia de medias de Student y Análisis de la Varianza (ANOVA)), requieren que los datos, en cada grupo y de acuerdo a cada factor categórico, sigan una distribución aproximadamente normal. En caso opuesto, se tiene que el protocolo de análisis de significancia estadística basado en hipótesis nulas requiere que se sigan pruebas que no dependan del supuesto de normalidad, es decir, las pruebas correspondientes pero del tipo no paramétricas como es el caso de la prueba U de Mann-Whitney y prueba de Kruskal-Wallis. A continuación se presentan los resultados en función de los cuestionarios y las variables categóricas para la primera etapa de exploración de los datos.

Revisión de distribución para cuestionario VRSQ

Tabla 5.11: Resultados test Shapiro-Wilk en función del grupo para cuestionario VRSQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Juego: Half Life: Alyx	Oculomotor	0,0056
	Desorientación	0,0004
	Total	0,0000
Juego: BeatSaber	Oculomotor	0,0003
	Desorientación	0,0170
	Total	0,0205

Tabla 5.12: Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experiencia en VR para cuestionario VRSQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Con experiencia en VR	Oculomotor	0,0167
	Desorientación	0,0014
	Total	0,1995
Sin experiencia en VR	Oculomotor	0,0000
	Desorientación	0,0000
	Total	0,0003

Tabla 5.13: Resultados test Shapiro-Wilk en función de la frecuencia de interacción tradicional para cuestionario VRSQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Frecuencia diaria	Oculomotor	0,0032
	Desorientación	0,0035
	Total	0,1023
Frecuencia semanal	Oculomotor	0,0002
	Desorientación	0,0043
	Total	0,0660
Frecuencia mensual	Oculomotor	0,0321
	Desorientación	0,0214
	Total	0,0713
Frecuencia anual	Oculomotor	0,0009
	Desorientación	0,0168
	Total	0,4091

Tabla 5.14: Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experticia tradicional para cuestionario VRSQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Poca experticia	Oculomotor	0,0035
	Desorientación	0,0001
	Total	0,0534
Experticia promedio	Oculomotor	0,0002
	Desorientación	0,0002
	Total	0,0025
Experticia sobre-promedio	Oculomotor	0,0019
	Desorientación	0,0484
	Total	0,0508
Experticia extensa	Oculomotor	0,0187
	Desorientación	0,0039
	Total	0,1599

Para este cuestionario podemos ver que en su minoría existen datos que tengan una distribución del tipo normal. Sumado a esto, las variables que presentan esta normalidad no son complementarias, por ejemplo, en el caso de las variable dicotómicas como lo son las que muestran las tablas 5.11 y 5.12 donde tenemos que existen unos valores mayores a 0.05, pero la correspondiente del otro grupo no tiene un valor mayor a 0.05, lo cual implica que no sigue una distribución normal. Por consecuencia, tenemos que para las variables en función del grupo y de la experiencia con VR se tendrán que utilizar test del tipo Mann-Whitney y para el el grupo en función de la experticia tradicional y la frecuencia de interacción con plataformas tradicionales se utilizaran test del tipo Kruskal-Walls.

Revisión de distribución para cuestionario GEQ

Tabla 5.15: Resultados test Shapiro-Wilk en función del grupo para cuestionario GEQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Juego: Half Life: Alyx	Positiva	0,0323
	Negativa	0,0008
	Cansancio	0,0000
	Realidad	0,0608
Juego: BeatSaber	Positiva	0,0623
	Negativa	0,0001
	Cansancio	0,0000
	Realidad	0,0818

Tabla 5.16: Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experiencia en VR para cuestionario GEQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Con experiencia en VR	Positiva	0,9897
	Negativa	0,0352
	Cansancio	0,0002
	Realidad	0,5409
Sin experiencia en VR	Positiva	0,0052
	Negativa	0,0000
	Cansancio	0,0000
	Realidad	0,0071

Tabla 5.17: Resultados test Shapiro-Wilken en función de la frecuencia de interacción tradicional para cuestionario GEQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Frecuencia diaria	Positiva	0,8463
	Negativa	0,0026
	Cansancio	0,0007
	Realidad	0,0565
Frecuencia semanal	Positiva	0,0636
	Negativa	0,0040
	Cansancio	0,0000
	Realidad	0,1358
Frecuencia mensual	Positiva	0,7448
	Negativa	0,0078
	Cansancio	0,0000
	Realidad	0,2723
Frecuencia anual	Positiva	0,1630
	Negativa	0,0966
	Cansancio	0,0001
	Realidad	0,0973

Tabla 5.18: Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experticia tradicional para cuestionario GEQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Poca experticia	Positiva	0,0231
	Negativa	0,4471
	Cansancio	0,0002
	Realidad	0,0167
Experticia promedio	Positiva	0,4663
	Negativa	0,0003
	Cansancio	0,0000
	Realidad	0,1007
Experticia sobrepromedio	Positiva	0,3088
	Negativa	0,1777
	Cansancio	0,0002
	Realidad	0,4127
Experticia extensa	Positiva	0,4965
	Negativa	0,0006
	Cansancio	0,4127
	Realidad	0,1172

Para este cuestionario también se puede observar que existen datos con una distribución del tipo normal. Pero, a diferencia del cuestionario anterior, en este cuestionario para las preguntas relacionadas con el tópico de realidad si existe un par de variables complementarias que tienen una distribución normal, como se puede observar en la tabla 5.16. Por consecuencia, tenemos que para los datos que no siguen una distribución normal se aplicaran los test de Mann-Whitney y Kruskal-Walls (según corresponda) y para los datos que si siguen una distribución normal se optará por un test del tipo t-Student.

Revisión de distribución para cuestionario VRIQ

Tabla 5.19: Resultados test Shapiro-Wilk en función del grupo para cuestionario VRIQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Juego: Half Life: Alyx	Kinestica	0,0018
	Espacial	0,0164
	Compartida	0,3518
	Narrativa	0,0001
	Afectiva	0,0408
	Ludica	0,2330
Juego: BeatSaber	Kinestica	0,0042
	Espacial	0,1464
	Compartida	0,0021
	Narrativa	0,2628
	Afectiva	0,0006
	Ludica	0,0832

Tabla 5.20: Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experiencia en VR para cuestionario VRIQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Con experiencia en VR	Kinestica	0,1599
	Espacial	0,5415
	Compartida	0,4511
	Narrativa	0,0377
	Afectiva	0,0095
	Ludica	0,6717
Sin experiencia en VR	Kinestica	0,0001
	Espacial	0,0013
	Compartida	0,0106
	Narrativa	0,0009
	Afectiva	0,0001
	Ludica	0,0280

Tabla 5.21: Resultados test Shapiro-Wilk en en función de la frecuencia de interacción tradicional para cuestionario VRIQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Frecuencia diaria	Kinestica	0,0178
	Espacial	0,0280
	Compartida	0,3558
	Narrativa	0,0030
	Afectiva	0,0086
	Ludica	0,0087
Frecuencia semanal	Kinestica	0,0326
	Espacial	0,0284
	Compartida	0,1065
	Narrativa	0,0365
	Afectiva	0,0019
	Ludica	0,2041
Frecuencia mensual	Kinestica	0,0766
	Espacial	0,6290
	Compartida	0,0128
	Narrativa	0,1828
	Afectiva	0,1036
	Ludica	0,7413
Frecuencia anual	Kinestica	0,1955
	Espacial	0,6337
	Compartida	0,4553
	Narrativa	0,3895
	Afectiva	0,0030
	Ludica	0,8556

Tabla 5.22: Resultados test Shapiro-Wilk en función de la experticia tradicional para cuestionario VRIQ

Grupo	Variable	<i>p</i>
Poca experticia	Kinestica	0,0943
	Espacial	0,6971
	Compartida	0,4099
	Afectiva	0,0075
	Narrativa	0,1387
	Ludica	0,9792
Experticia promedio	Kinestica	0,0022
	Espacial	0,0233
	Compartida	0,0029
	Afectiva	0,0333
	Narrativa	0,0032
	Ludica	0,1411
Experticia sobrepromedio	Kinestica	0,0788
	Espacial	0,1976
	Compartida	0,8782
	Afectiva	0,3131
	Narrativa	0,0351
	Ludica	0,0237
Experticia extensa	Kinestica	0,0999
	Espacial	0,2976
	Compartida	0,4347
	Afectiva	0,0999
	Narrativa	0,0728
	Ludica	0,0181

Para este cuestionario podemos ver que de la misma manera que en los cuestionarios anteriores, existen datos que no siguen una distribución del tipo normal, como a su vez datos que si siguen una distribución normal. En este cuestionario tenemos que también existe un par de variables complementarias que tienen una distribución normal, que corresponde a la variable lúdica de la tabla 5.19, por lo que va a ser necesario aplicar el test correspondiente en cada caso considerando las distinciones señaladas.

5.2.2. Cálculo de estadísticos y efectos

Posterior al chequeo de la distribución de los datos, se procede a realizar el calculo de los estadísticos en función de las distintas hipótesis y requerimientos necesarios para la aplicación de cada uno. Asimismo, se calculan -dependiendo del caso- los efectos asociados al fenómeno correspondiente para su posterior análisis. A continuación se presentan los resultados en función de los cuestionarios y las variables categóricas para la segunda y tercera etapa de exploración de los datos

Pruebas estadísticas cuestionario VRSQ

Dado que la mayoría de los datos no seguían una distribución normal se optó por hacer un test del tipo Mann-Whitney para las variables dicotómicas y un test del tipo Kruskal-Wallis para las variables politómicas. Para calcular la magnitud de efecto del primer tipo de test, se usó la delta de Cliff y en el segundo tipo de test en el caso de detectar un efecto conjunto, los niveles de significancia para las pruebas post-hoc fueron corregidos aplicando el método de Bonferroni. Cabe señalar que existen valores de delta tanto positivos como negativos, ya que se consideró una distribución de dos colas, de manera tal que el signo indica hacia que lado se expresó el efecto correspondiente.

Tabla 5.23: Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRSQ en función del grupo

Variable	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	efecto
Oculomotor	685,5	0,1319	-0,1839	pequeño
Desorientación	1002,5	0,1214	0,1935	pequeño
Total	867	0,8051	0,0321	despreciable

Tabla 5.24: Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRSQ en función de la experiencia con VR

Variable	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	efecto
Oculomotor	336	0,7255	-0,0667	despreciable
Desorientación	242	0,0861	-0,3278	pequeño
Total	268	0,1932	-0,2556	pequeño

Tabla 5.25: Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRSQ en función de la frecuencia tradicional

Variable	<i>H</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Oculomotor	2,4991	3	0,4755
Desorientación	7,7680	3	0,05106
Total	5,7338	3	0,1253

Dado que en la tabla 5.25 se tiene que el valor de p para la variable de desorientación tiene un valor cercano a 0.05, se procede a hacer comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon con corrección de continuidad.

Tabla 5.26: Resultados para comparaciones por pares utilizando test de Wilcoxon con método de ajuste Bonferroni para variables de cuestionario VRSQ en función de la frecuencia tradicional

	año	día	mes
día	0,776	-	-
mes	1	0,291	-
semana	1	0,088	1

Tabla 5.27: Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRSQ en función de la experticia tradicional

Variable	<i>H</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Oculomotor	0,7122	4	0,9498
Desorientación	7,4180	4	0,1154
Total	2,9850	4	0,5603

Pruebas estadísticas cuestionario GEQ

Dado que la mayoría de los datos no seguían una distribución normal se optó por hacer un test del tipo Mann-Whitney para las variables dicotómicas y un test del tipo Kruskal-Wallis para las variables politómicas. Para calcular la magnitud de efecto del primer tipo de test, se uso la delta de Cliff y en el segundo tipo de test en el caso de detectar un efecto conjunto, los niveles de significancia para las pruebas post-hoc fueron corregidos aplicando el método de Bonferroni. En el caso de la variable de realidad que si seguía una distribución normal, se decidió por hacer un test tipo t-Student, donde la magnitud de efecto asociada fue la *d* de Cohen.

Tabla 5.28: Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario GEQ en función del grupo

Variable	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	efecto
Positiva	718,5	0,2601	-0,1446	despreciable
Negativa	972,5	0,2118	0,1577	pequeño
Cansancio	652	0,0501	-0,2238	pequeño
Realidad	-	-	-	-

Tabla 5.29: Resultados para test del tipo t-student para variables de cuestionario GEQ en función del grupo

Variable	t	p	d	efecto
Positiva	-	-	-	-
Negativa	-	-	-	-
Cansancio	-	-	-	-
Realidad	1,4285	0,1573	0,3132	pequeño

Tabla 5.30: Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario GEQ en función de la experiencia en VR

Variable	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	efecto
Positiva	374	0,8478	0,0389	despreciable
Negativa	225,5	0,0528	-0,3736	mediano
Cansancio	301	0,3463	-0,1653	pequeño
Realidad	224	0,0510	-0,3777778	mediano

Tabla 5.31: Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario GEQ en función de la experticia tradicional

Variable	<i>H</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Positiva	4,8605	4	0,3019
Negativa	10,9010	4	0,0277
Cansancio	1,2753	4	0,8656
Realidad	6,2224	4	0,1831

Tabla 5.32: Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario GEQ en función de la frecuencia tradicional

Variable	<i>H</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Positiva	4,0940	3	0,2515
Negativa	6,7705	3	0,0796
Cansancio	2,9514	3	0,3992
Realidad	4,0748	3	0,2535

Pruebas estadísticas cuestionario VRIQ

Dado que la mayoría de los datos no seguían una distribución normal se optó por hacer un test del tipo Mann-Whitney para las variables dicotómicas y un test del tipo Kruskal-Wallis para las variables politómicas. Para calcular la magnitud de efecto del primer tipo de test, se uso la delta de Cliff y en el segundo tipo de test en el caso de detectar un efecto conjunto, los niveles de significancia para las pruebas post-hoc fueron corregidos aplicando el método

de Bonferroni. En el caso de la variable de lúdica que si seguía una distribución normal, se decidió por hacer un test tipo t-Student, donde la magnitud de efecto asociada fue la d de Cohen.

Tabla 5.33: Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRIQ en función del grupo

Variable	U	p	d	efecto
Kinética	1.047,5	0,0494	0,2470	pequeño
Espacial	1.117	0,0097	0,3298	pequeño
Compartida	1.294	0,0000	0,5405	grande
Narrativa	1.455	0,0000	0,7321	grande
Afectiva	730,5	0,3036	-0,1304	despreciable
Lúdica*	-2,9	0,0044	-0,6444	mediano

Tabla 5.34: Resultados para test del tipo Mann-Whitney para variables de cuestionario VRIQ en función de la experiencia con VR

Variable	U	p	d	efecto
Kinética	397,5	0,5915	0,1041667	despreciable
Espacial	286	0,2937	-0,2055556	pequeño
Compartida	318,5	0,5583	-0,1152778	despreciable
Narrativa	406	0,5155	0,1277778	despreciable
Afectiva	321,5	0,5838	-0,1069444	despreciable
Lúdica	429	0,3283	0,1916667	pequeño

Tabla 5.35: Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRIQ en función de la frecuencia tradicional

Variable	H	df	p
Kinestica	2,0587	3	0,5603
Espacial	0,5603	3	0,1592
Compartida	0,10853	3	0,9908
Narrativa	1,9393	3	0,5851
Afectiva	2,5241	3	0,4709
Ludica	8,9269	3	0,03028

Dado que en la tabla 5.35 se tiene que el valor de p para la variable de lúdica tiene un valor menor a 0.05, se procede a hacer comparaciones por pares utilizando la prueba de suma de rangos de Wilcoxon con corrección de continuidad.

Tabla 5.36: Resultados para comparaciones por pares utilizando test de Wilcoxon con método de ajuste Bonferroni para la variable lúdica de cuestionario VRIQ en función de la frecuencia tradicional

	año	dia	mes
dia	0,528	-	-
mes	1	0,088	-
semana	1	0,209	0,426

Tabla 5.37: Resultados para test del tipo Kruskal-Wallis para variables de cuestionario VRIQ en función de la experticia tradicional

Variable	<i>H</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Kinestica	2,4038	4	0,6619
Espacial	3,4047	4	0,4925
Compartida	5,7931	4	0,2151
Narrativa	3,9815	4	0,4085
Afectiva	4,7885	4	0,3097
Ludica	8,5786	4	0,07254

Capítulo 6

Análisis y Discusión

En el presente capítulo se detalla el análisis de los resultados obtenidos a partir del estudio empírico realizado. Este se divide de la siguiente manera: en primera instancia se tiene el análisis agrupando por los distintos cuestionarios juntos a los resultados de las pruebas estadísticas correspondientes, las cuales fueron realizadas considerando un nivel de alfa igual a 0.05. Posteriormente, en segunda instancia, se tiene la validación preliminar del instrumento, para continuar con la tercera instancia que corresponde a las implicancias para el diseño, las cuales surgen a partir de la necesidad de consolidar el conocimiento generado en este documento. Finalmente, se vuelven a presentar las preguntas de investigación, para ver como estas son respondidas a partir del conocimiento generado a lo largo de este trabajo, junto a las limitaciones a la validez de los resultados.

6.1. Análisis Cuestionario VRSQ

Para realizar el análisis de los cuestionarios hay que tener en consideración los fenómenos asociados a cada variable del cuestionario. En primera instancia, se tiene que la variable oculomotor hace referencia a todos los ítems que contribuyen al fenómeno de *motion sickness* y que están relacionados con la motricidad de los ojos. Para este cuestionario en específico, se consideró el malestar general, la fatiga corporal, la fatiga visual y el dolor de cabeza por parte del usuario como síntomas de este. En segunda instancia, se tiene que la variable desorientación hace referencia a todos los ítems que contribuyen al fenómeno de *motion sickness* y que afectan la orientación del usuario. Para este cuestionario en específico, se consideró la dificultad para enfocar, la pesadez de cabeza, la visión borrosa, los mareos y el vértigo por parte del usuario como síntomas de este. Finalmente, se tiene que la variable total considera el promedio de estos dos fenómenos, es decir, la aparición en conjunta del *motion sickness* por síntomas oculomotores como por síntomas de desorientación.

6.1.1. *Motion Sickness* en función del juego

Considerando los fenómenos asociados a cada variable del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.23 y considerando un nivel de significancia de 0.05, que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que interactuaron con el juego Half Life: Alyx y BeatSaber en cuanto al fenómeno de *motion sickness* $U_o(42, 40) = 685, 5$, $p_o = 0, 1319$, $U_d(42, 40) = 1002, 5$, $p_d = 0, 1214$ y $U_t(42, 40) = 867$, $p_t = 0, 851$, por lo que se tendría que pese a que ambos juegos tienen distintos objetivos y por ende distintos mecanismos en términos de jugabilidad, los jugadores experimentan de manera bastante similar el fenómeno y por consecuencia, no existiría una distinción en cuanto a *motion sickness* entre los dos juegos. Pese a que no hubieron diferencias significativas entre los juegos, si hubo un efecto pequeño para las variables oculomotor y desorientación; el efecto de *motion sickness* por síntomas oculomotores se percibió más en el juego BeatSaber y el efecto de *motion sickness* por síntomas de desorientación se percibió más en el juego Half Life: Alyx.

Esta situación sugiere que sí hubo un efecto en cuanto a los mecanismos en términos de jugabilidad si separamos en función de los juegos, lo cual es esperable, ya que el juego Half Life: Alyx requiere que el usuario explore el ambiente desplazándose por este e interactuando con distintos objetos, como por ejemplo, abrir puertas, subirse a ascensores, saltar ventanas, entre otros, por lo que es necesario contar con un sentido de orientación espacial por parte del usuario para el desarrollo de este. En cambio, el juego BeatSaber el usuario no tiene explorar el ambiente, sino que debe estar atento a los objetos que se le acercan para poder reaccionar ante estos mientras se mantiene estático, por lo que se ve necesario utilizar la visión como herramienta para la exploración del ambiente de juego, y por consecuencia, se requiere un mayor esfuerzo mental y visual por parte del usuario para el desarrollo de este.

6.1.2. *Motion Sickness* en función de la experiencia con VR

Si consideramos los fenómenos asociados a cada variable del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.24 y considerando el nivel de significancia correspondiente, que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que habían tenido una experiencia previa con realidad virtual y los jugadores que no contaban con esta experiencia en cuanto al fenómeno de *motion sickness*, $U_o(10, 72) = 336$, $p_o = 0, 7255$, $U_d(10, 72) = 242$, $p_d = 0, 0861$ y $U_t(10, 72) = 268$, $p_t = 0, 1932$., por lo que se tendría que el hecho de contar o no con experiencia previa en realidad virtual no marca una gran diferencia en cuanto a la experimentación de *motion sickness*. Pese a que no hubieron diferencias significativas entre los jugador con experiencia y los sin experiencia, si hubo un efecto pequeño para las variables oculomotor y desorientación; el efecto de *motion sickness* tanto por síntomas de desorientación y en total se percibió más en el grupo sin experiencia.

Esta situación sugiere que sí hubo un efecto en cuanto a la experiencia previa en realidad virtual con la que contaba el jugador, ya que se tiene que las mecánicas de movimiento dentro de los videojuegos que utilizan la realidad virtual como principal mecanismo de interacción afectan a los usuarios principiantes. Se puede asumir que esta distinción ocurre porque este tipo de usuario no se encuentra acostumbrado a la “nueva” manera de desplazarse en el ambiente virtual, donde el jugador en si se mantiene estático, pero el ambiente que lo rodea

no y por consecuencia se sufre un desajuste en términos de orientación espacial [19].

6.1.3. *Motion sickness* en función de la frecuencia de interacción tradicional

Si consideramos los fenómenos asociados a cada variable del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.27 y considerando el nivel de significancia correspondiente, que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que declaran distintos niveles de frecuencia de interacción con plataformas tradicionales de videojuegos, $H_o(3) = 2,4991$, $p_o = 0,4755$ y $H_t(3) = 0,4755$, $p_t = 0,1253$, por lo que se tendría que el hecho de tener un mayor o menor grado de frecuencia de interacción tradicional no marca una gran diferencia en cuanto a la experimentación de *motion sickness*, en términos de síntomas oculomotores y en total. Por el contrario, la frecuencia de interacción sí marca una diferencia entre los jugadores en cuanto a síntomas de desorientación, $H_d(3) = 5,7338$, $p_d = 0,1253$, donde tenemos que a mayor frecuencia de interacción tradicional menor efecto de *motion sickness*.

Esta situación sugiere que sí existe una diferencia al momento de relacionar la frecuencia de interacción tradicional con los síntomas de desorientación de *motion sickness*. Se puede asumir, entonces, que existe esta distinción debido a que los usuarios que cuentan con una mayor exposición a videojuegos cuentan con un mejor sentido de desplazamiento en los ambientes virtuales y orientación en estos, pese a que la manera de interactuar con estos se vea modificada, ya que están “más acostumbrados” a enfrentarse a la problemática de desplazamiento y por consecuencia, se puede asumir que tienen más práctica.

6.1.4. *Motion sickness* en función de la experticia de interacción tradicional

Si consideramos los fenómenos asociados a cada variable del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.27 y considerando el nivel de significancia correspondiente, que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que declaran distintos niveles de experticia en cuanto a la interacción videojuegos tradicionales, $H_o(4) = 0,7122$, $p_o = 0,9498$, $H_d(4) = 7,4180$, $p_d = 0,1154$ y $H_t(4) = 2,9850$, $p_t = 0,5603$, por lo que se tendría que la experticia percibida por el jugador no marca una gran diferencia en cuanto a la experimentación de *motion sickness*.

Esta situación sugiere que no existe una diferencia al momento de relacionar experticia de interacción tradicional con los síntomas de *motion sickness*. Se puede explicar esta carencia de distinción si consideramos que el concepto de experticia es un concepto subjetivo que depende de la persona, por lo que podría no ser un indicador confiable de lo propenso o no que es un jugador a sufrir este fenómeno.

6.2. Análisis Cuestionario GEQ

Para realizar el análisis de los resultados hay que tener en consideración los fenómenos asociados a cada variable del cuestionario. En primera instancia, se tiene que la variable “positiva” hace referencia a todos los fenómenos que contribuyen de manera positiva a la experiencia de juego para el usuario, y para esta variable en específico se consideraron los siguientes seis elementos del cuestionario: (1) Me sentí revivida, (2) Se sintió como una victoria, (3) Me sentí energizada, (4) Me sentí satisfecha, (5) Me sentí poderosa y (6) Me sentí orgullosa. En segunda instancia, se tiene que la variable “negativa” hace referencia a todos los fenómenos que contribuyen de manera negativa a la experiencia de juego para el usuario, y para esta variable en específico se consideraron los siguientes seis elementos del cuestionario: (1) Me sentí culpable, (2) Sentí que fue una pérdida de tiempo, (3) Sentí que podría haber hecho cosas más útiles, (4) Me sentí satisfecha, (5) Me sentí arrepentida y (6) Me sentí avergonzada. En tercera instancia, se tiene que la variable “cansancio” hace referencia a todos los fenómenos que contribuyen al sentimiento de cansancio en la experiencia de juego para el usuario, y para esta variable en específico se consideraron los siguientes dos elementos del cuestionario: (1) Me sentí exhausta y (2) Me sentí cansada. Finalmente, se tiene que la variable “realidad” hace referencia a todos los fenómenos que contribuyen al sentimiento de vuelta a la realidad en la experiencia de juego para el usuario, y para esta variable en específico se consideraron los siguientes tres elementos del cuestionario: (1) Sentí que fue difícil volver de vuelta a la realidad, (2) Me sentí desorientada y (3) Sentí que había regresado de un viaje.

6.2.1. Experiencia de juego en función del juego

Considerando los fenómenos asociados a cada variables del cuestionario, podemos ver en las tablas 5.28 y 5.29 que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que interactuaron con el juego Half Life: Alyx y Beat saber en cuanto a experiencia de juego para las variables positiva, negativa y realidad, , $U_p(42, 40) = 718,5$, $p_p = 0,2601$, $U_n(42, 40) = 972,5$, $p_n = 0,2118$ y $t_r(72) = 1,4285$, $p_r = 0,1573$, por lo que se tendría que pese a que ambos juegos tienen distintos objetivos y jugabilidad, en términos de la experiencia en sí, los jugadores experimentan de manera bastante similar el fenómeno y por consecuencia, no existiría una distinción en cuanto a la experiencia de juego entre los dos juegos. A su vez, se tiene que los efectos asociados a las variables indican que si hubo una diferencia en las experiencias; para el grupo de Half Life: Alyx se percibe una experiencia más negativa en comparación y para el grupo de BeatSaber se percibe una experiencia más desconectada de la realidad en comparación.

Esta diferencia entre las experiencias, para los fenómenos asociados a una experiencia negativa y la experiencia de vuelta a la realidad por parte del usuario no estaban consideradas dentro de los resultados esperados, por lo que es necesario explorar la(s) causa(s) de los comportamientos inesperados. Se considera como una posible explicación para el fenómeno de la experiencia negativa y de vuelta a la realidad la curva de aprendizaje asociada a la interacción con el juego Half Life: Alyx, ya que este requería un mejor dominio de los controles por parte del jugador para poder interactuar de buena manera, a diferencia del BeatSaber que

no requería un dominio avanzado. En esta línea de dominio de los controles, Half Life: Alyx requería el uso tanto de los joysticks, como de los gatillos y la orientación de los controles, sumado a la posición y orientación del jugador (la cual no era fija a lo largo del juego), en cambio, BeatSaber solo requería el uso de la orientación de los controles para simular el barrido de corte y la posición del jugador. Esta diferencia puede haber significado una mayor esfuerzo mental por parte de los jugadores, lo cual puede haber desencadenado en las diferencias previamente señaladas.

Ahora para la variable de cansancio, sí se tuvo una diferencia significativa si distinguimos por juego, $U_c(42, 40) = 652$, $p_c = 0,0501$, por lo que se tendría que efectivamente hay una diferencia al momento de hablar de las experiencias de los usuarios cuando hablamos de cansancio, donde tenemos que el juego BeatSaber se percibió como un juego más agotador. Esta situación de diferencia en cuanto al agotamiento es esperable, ya que el juego BeatSaber requería más movimientos corporales para su desarrollo por parte del usuario, ya que se trata de un juego de baile a diferencia de Half Life: Alyx, juego que no requería tanto movimiento por parte del jugador para el avance de la historia, sino que requería la exploración del ambiente virtual propiamente tal.

6.2.2. Experiencia de juego en función de la experiencia con VR

Considerando los fenómenos asociados a cada una de las variables del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.30 que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que cuentan con experiencia previa en realidad virtual y los jugadores que no contaban con esta experiencia en cuanto a la experiencia de juego para las variables positiva y cansancio, $U_p(10, 72) = 374$, $p_p = 0,8478$ y $U_c(10, 72) = 301$, $p_c = 0,3463$, por lo que se tendría que el hecho de contar o no con experiencia previa en realidad no marca una gran diferencia en cuanto a las experiencias positivas y experiencias agotadoras. Pese a que no hubo diferencias significativas para estas variables, si se tiene un efecto pequeño asociado a la variable de cansancio, lo cual podría significar que los jugadores sin experticia son más propensos a cansarse. Esta situación podría deberse a la carga mental asociada a interactuar con una nueva tecnología, junto con el aprender y aplicar las nuevas mecánicas que esta presenta.

De manera similar al grupo anterior, sí hubo una diferencia significativa para las variables negativa y realidad, lo cual indica que si existe una diferencia al momento de analizar la experiencia de los jugadores, considerando si cuentan con experiencia previa o no en realidad virtual, $U_n(10, 72) = 225,5$, $p_n = 0,0528$ y $U_r(10, 72) = 224$, $p_r = 0,0510$. Se tiene que los efectos asociados a estas variables son del tipo mediano, lo cual indican que efectivamente el contar con experiencia en VR afecta en la percepción negativa de los aspectos de un videojuego y en la percepción de la vuelta a la realidad posterior a la interacción con un videojuego que utiliza realidad virtual.

Esta situación en particular se puede deber a distintas razones, por ejemplo, el contar experiencia brinda un juicio más crítico a los jugadores por lo que ya saben que cosas les gustan o no de los videojuegos de realidad virtual, por lo que la realidad de la experiencia del videojuego puede que no se acerque a las expectativas que tiene un jugador de este tipo. En cambio, alguien sin experiencia en realidad virtual, ya que no ha interactuado con la

tecnología antes puede que no cuente con altas expectativas y/o no tenga bien definido las preferencias en el dominio y por consecuencia, se tiene que es más difícil no alcanzar las expectativas que puedan tener, ya que estas son menores.

6.2.3. Experiencia de juego en función de la frecuencia de interacción tradicional

Considerando los fenómenos asociados a cada una de las variables del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.32 que no existe una diferencia relevante entre las experiencias de los jugadores si los diferenciamos por la frecuencia de interacción tradicional para las experiencias positivas, negativas, de cansancio y de vuelta a la realidad, $H_p(3) = 4,0940$, $p_p = 0,2515$, $H_n(2) = 6,7705$, $p_n = 0,0796$, $H_c(3) = 2,9514$, $p_c = 0,3992$ y $H_r(3) = 4,07484$, $p_r = 0,2535$, por lo que se tendría que la diferencia de frecuencia de interacción tradicional no incidiría de manera significativa en la experiencia de juego.

Esto se podría explicar considerando que a pesar de la diferencia de frecuencia de interacción tradicional entre los grupos, se tendría a priori, que los juegos permiten experiencias similares entre usuario y no presentan dinámicas que se vean favorecidas o desfavorecidas por la frecuencia de juego del jugador. Esto se sustenta, si consideramos que estos juegos no apuntan a un público en específico, sino que buscan apuntar a un público general, lo cual se ve reflejado en la popularidad que han logrado conseguir cada uno respectivamente.

6.2.4. Experiencia de juego en función de la experticia de interacción tradicional

Considerando los fenómenos asociados a cada una de las variables del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.31 que no existe una diferencia relevante entre las experiencias de los jugadores si los diferenciamos por la experticia de interacción tradicional para las experiencias positivas, negativas, de cansancio y de vuelta a la realidad, $H_p(4) = 4,8605$, $p_p = 0,3019$, $H_n(4) = 10,9010$, $p_n = 0,0277$, $H_c(4) = 1,2753$, $p_c = 0,8656$ y $H_r(4)$, por lo que se tendría que la diferencia de experticia del jugador en cuanto a interacción tradicional no incidiría de manera significativa en la experiencia de juego.

Esto se podría explicar considerando que pese a que los grupos tienen distintos niveles de experticia de interacción, los juegos respectivos permiten que se desencadenen los sentimientos considerados en el cuestionario, lo cual se sustenta si consideramos que ambos juegos han logrado ser exitosos desde una perspectiva comercial, ya que han recibido las altas calificaciones tanto por expertos como por usuarios comunes, lo cual se ha reflejado en el éxito en ventas. Sumado a esto, se debe considerar que la experticia percibida por parte de los jugadores es un concepto subjetivo que depende de la persona, por lo que podría no ser un indicador confiable de lo propenso a generar cierto tipo de experiencias en un videojuego.

6.3. Análisis Cuestionario VRIQ

Para realizar el análisis de los resultados hay que tener en consideración los fenómenos asociados a cada variable del cuestionario. Para este cuestionario se tienen en consideración los seis tipos de involucramiento presentados tanto en el modelo presentado por Calleja [3] como en el meta-modelo para experiencias de juego inmersivas: (1) Involucramiento Kinestico, (2) Involucramiento Espacial, (3) Involucramiento Compartido, (4) Involucramiento Narrativo, (5) Involucramiento Afectivo y (6) Involucramiento Lúdico. El detalle de cada uno de estos tipos de involucramiento se encuentran en la sección 2.2 del presente documento.

6.3.1. Inmersión e involucramiento en función del juego

Considerando los fenómenos asociados a cada variables del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.34 que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que interactuaron con el juego Half Life: Alyx y BeatSaber en cuanto a inmersión e involucramiento afectivo, $U_a(42, 40) = 730,5$, $p_a = 0,3036$, por lo que se tendría que no existe una diferencia en el plano afectivo de la inmersión entre un jugador que interactuó con el Half Life: Alyx y BeatSaber. En el caso de los participantes que interactuaron con el primer juego, este fenómeno se puede explicar a partir del tiempo de interacción y el desenlace de la historia propiamente tal, ya que, considerando tiempo que se les pidió jugar no se podía avanzar de manera significativa en la trama y por consecuencia, no se llega a presentar en su totalidad el plano emocional del juego. Ahora, para el segundo juego se tiene que este no presentaba eventos propiamente tal, a diferencia del otro juego, por lo que se podría explicar que no existe un componente que afecte al jugador en el plano emocional. Sumado a esto, se debe considerar la posibilidad de que las preguntas asociadas al involucramiento afectivo requieran refinamiento, para así poder capturar de mejor manera el fenómeno.

Ahora si consideramos las otras variables, podemos observar si hubo una diferencia significativa, de las cuales tenemos que las variables kinética y espacial tienen asociado un efecto pequeño, la variable lúdica un efecto mediano y las variables compartidas y narrativa un efecto grande, $U_k(42, 40) = 1,047,5$, $p_k = 0,0494$, $U_e(42, 40) = 1,117$, $p_e = 0,0097$, $U_c(42, 40) = 1,294$, $p_c = 0,0000$, $U_n(42, 40) = 1,455$, $p_n = 0,0000$ y $t_l(72) = -2,9$, $p_l = 0,0044$, por lo que se tendría que existe una diferencia significativa en los planos correspondientes de inmersión e involucramiento entre los jugadores que interactuaron con Half Life: Alyx y los jugadores que interactuaron con BeatSaber.

Estas diferencias significativas eran esperadas, ya que el juego Half Life: Alyx cuenta con una historia y en específico, el nivel donde interactuaron los participantes se debe ir en búsqueda del padre de la protagonista, interactuando con el ambiente y con personajes, lo cual explicaría los puntajes asociados a las variables kinética, espacial, narrativa y compartida. En cambio, el juego BeatSaber no cuenta con una historia propiamente tal, sino que se trata de niveles autónomos donde el jugador interactúa con el ambiente y los elementos de este para completar una canción, con el objetivo de alcanzar el mayor puntaje, lo cual explicaría el puntaje asociado a la variable lúdica.

6.3.2. Inmersión e involucramiento en función de la experiencia con VR

Considerando los fenómenos asociados a cada una de las variables del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.34 que no existe una diferencia relevante entre los jugadores que tenían experiencia previa con realidad virtual y los jugadores que no tenían experiencia previa con realidad virtual para todas las variables del cuestionario, $U_k(10, 72) = 397, 5, 5$, $p_k = 0, 5915$, $U_e(10, 72) = 286$, $p_e = 0, 2937$, $U_c(10, 72) = 318, 5, 5$, $p_c = 0, 5583$, $U_n(10, 72) = 406$, $p_n = 0, 5155$, $U_a(10, 72) = 321, 5$, por lo que se tendría que el hecho de contar o no con experiencia previa en realidad no marca una gran diferencia en cuanto inmersión e involucramiento. Esta situación podría deberse a que pese a que ambos grupos tienen distintos niveles de experticia con la realidad virtual los juegos permiten que se desencadene el sentimiento de inmersión, ya que si consideramos el meta-modelo de experiencias inmersivas tenemos que la inmersión se presenta como un fenómeno conjunto de las distintas partes (Hardware, Software y Usuario) y puede que en este caso el fenómeno se haya presentado en cada participante de manera distinta, es decir, cada parte del meta-modelo apareció en mayor o menor grado dependiendo del jugador.

Pese a que las diferencias entre grupos no eran significativas, sí hubo un efecto pequeño para variable lúdica en función de las personas con experiencia en realidad virtual y se podría explicar este fenómeno si se considera que este grupo de personas pudieron identificar de mejor manera los objetivos de los respectivos juegos gracias a la experiencia que contaban previamente con la interacción. Sumado a esto, se observó un efecto pequeño para la variable espacial para las personas sin experiencia, lo cual podría indicar que las personas que no habían tenido contacto con esta tecnología antes si tuvieron una diferencia en cuanto al movimiento en espacios virtuales como los que ofrece la realidad virtual, lo cual hace sentido considerando que esta tecnología presenta otra manera de interacción con el ambiente si es comparada con las tradicionales.

6.3.3. Inmersión e involucramiento en función de la frecuencia de interacción tradicional

Considerando los fenómenos asociados a cada variables del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.34 que no existe una diferencia relevante al momento de agrupar a los participantes por frecuencia de interacción con plataformas tradicionales para los tipos de inmersión kinético, espacial, compartido, narrativo y afectivo, $H_k(3) = 2, 0587$, $p_k = 0, 5603$, $H_e(3) = 0, 5603$, $p_e = 0, 1592$, $H_c(3) = 0, 10853$, $p_c = 0, 9908$, $H_n(3) = 1, 9393$, $p_n = 0, 5851$ y $H_a(3) = 2, 5241$, $p_a = 0, 4709$, por lo que se tendría que la frecuencia de interacción no incide en los planos de inmersión e involucramiento previamente señalados. Esto se podría explicar considerando que pese a que ambos grupos tienen distintos niveles de frecuencia de interacción los juegos permiten que se desencadene el sentimiento de inmersión, de manera similar que si consideramos lo explicitado en el meta-modelo, con la manifestación en conjunto de los distintos componentes en mayor o menor grado.

Ahora, si consideramos la variable lúdica, podemos observar que sí hubo una diferencia

significativa entre los participantes si los agrupamos en función de la frecuencia de interacción tradicional, $H_l(3) = 8,9269$, $p_l = 0,03028$, por lo que se tendría que la frecuencia de interacción incide al momento de analizar el componente lúdico de la inmersión e involucramiento. Esto se puede deber si consideramos que la dimensión lúdica del modelo hace referencia a la creación e identificación de objetivos, tantos impuestos por el juego como el jugador, por lo que se podría asumir que los jugadores que interactúan más con videojuegos de plataformas tradicionales pudieron identificar los objetivos del juego y crear objetivos propios de manera más fácil, en comparación con los jugadores que tenían una frecuencia de interacción menor.

6.3.4. Inmersión e involucramiento en función de la experticia de interacción tradicional

Considerando los fenómenos asociados a cada variables del cuestionario, podemos ver en la tabla 5.37 que no existe una diferencia relevante al momento de agrupar a los participantes por experticia de interacción con plataformas tradicionales para todos los tipos de inmersión e involucramiento, $H_k(4) = 2,4038$, $p_k = 0,6619$, $H_e(4) = 3,4047$, $p_e = 0,4925$, $H_c(4) = 5,7931$, $p_c = 0,2151$, $H_n(4) = 3,9815$, $p_n = 0,4085$, $H_a(4) = 4,7885$, $p_a = 0,3097$ y $H_r(4) = 8,5786$, $p_l = 0,07254$, por lo que se tendría que la experticia percibida de cada jugador no incide en los planos de inmersión e involucramiento previamente señalados.

Esto se podría explicar considerando que pese a que ambos grupos tienen distintos niveles de experticia de interacción los juegos permiten que se desencadene el sentimiento de inmersión, de manera similar que si consideramos lo explicitado en el meta-modelo, con la manifestación en conjunto de los distintos componentes en mayor o menor grado. Sumado a esto, se debe considerar que la experticia percibida por parte de los jugadores es un concepto subjetivo que depende de la persona, por lo que podría no ser un indicador confiable de lo propenso a estar inmerso en un videojuego.

6.4. Validación preliminar del instrumento VRIQ

Ya que el cuestionario VRIQ fue realizado dentro del marco del experimento, para ver la correspondencia del modelo de Calleja [3] con las experiencias de videojuegos que utilizar la realidad virtual como principal mecanismo de interacción, fue necesario medir la fidelidad de este instrumento. Con este objetivo en mente, se consideraron dos métricas relevantes que permiten medir la fidelidad de los instrumentos de este tipo: el Coeficiente kappa de Cohen y el Alfa de Cronbach. El primer coeficiente corresponde a una medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos (variables categóricas) y el segundo corresponde un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida. A continuación se presentan los resultados obtenidos para el cálculo de cada uno.

Tabla 6.1: Valores resultantes de Kappa de Cohen para cuestionario VRIQ

Parámetro	Valores
Sujeto	82
Evaluadores	20
Kappa	0,141
z	31,3
p	0

Tabla 6.2: Valores resultantes de Alfa de Cronbach para cuestionario VRIQ

Parámetro	Valores
Item	20
Unidades	82
Alfa	0,843

6.4.1. Análisis preliminar de la validación del instrumento

Como podemos ver en la tabla 6.1, se tiene que el valor del kappa es 0,141, por lo que se puede afirmar que el instrumento tiene un nivel ínfimo de concordancia, esto significa, que las respuestas no siguen un patrón y por consiguiente estas se deben por un fenómeno de aleatoriedad. Asimismo en la tabla 6.2 se puede ver que el valor del alfa es 0,843, por lo que se puede afirmar que existe una buena consistencia interna, es decir, el instrumento es fiable en cuanto capturar dimensiones del fenómeno estudiado. En consecuencia, tenemos que el instrumento puede capturar de buena manera los fenómenos que se están buscando capturar pero que las respuestas no son concordantes entre ellas.

Además, a partir de los resultados reportados previamente en esta sección, se tiene que efectivamente el instrumento logra capturar de buena manera el fenómeno de inmersión considerando los distintos tipos que lo conforman, pese a que las respuestas no sean concordantes entre ellas. Esto se debe a que se tienen resultados con valores significantes para variados ítems, con magnitudes de efectos no despreciables y que se condicen con las distintas situaciones en las cuales fueron evaluadas.

En el caso de querer mejorar la concordancia entre las respuestas y así robustecer el instrumento, se ve necesario repetir la instancia del experimento propiamente tal, ya que, el contexto donde se desarrollo la evaluación del instrumento correspondió a una validación preliminar de este. Asimismo, se debe tener en consideración la posibilidad de que los resultados de esta instancia puedan haber tenido un componente de aleatoriedad, por lo que solo después de reiterar la instancia experimental se puede descartar o no esta posible situación. Sumado a esto, se ve necesario modificar ciertos elementos del cuestionario propiamente tal, donde hubieron problemas de interpretación por parte de los participantes, que pudieron haber incidido en la interpretación de estos, y por consecuencia en la concordancia entre respuestas.

6.5. Implicancias para el diseño

A partir del conocimiento generado en este documento y a raíz de la brecha existente en la literatura respecto a inmersión e involucramiento centrado en realidad virtual, es que se ve la necesidad de sintetizar lo expuesto anteriormente en guías de diseño, de manera tal que diseñadores y/o programadores que estén buscando diseñar experiencias inmersivas o mejorar e involucramiento por parte del jugador, puedan consultarlo de manera fácil y expedita. A continuación se enuncian cuatro principios, con la evidencia que los sustenta, la correspondencia con el meta-modelo enunciado en el capítulo 1, una descripción y estrategias de como aplicarlo.

Principio 0: Nuevas maneras de interacción, nuevas consideraciones

Este principio corresponde al principio fundamental al momento de hablar de videojuegos que utilizan la realidad virtual como principal mecanismo de interacción, ya que apela a la diferencia primordial que existe entre los medios tradicionales de interacción y la realidad virtual en un contexto de videojuegos: el cómo el usuario interactúa con el medio. Esto se puede notar de buena manera analizando el componente de Hardware del Meta-modelo para experiencias de juego inmersivas en VR, que cuenta dos dimensiones; Head Mounted Display y Controllers, donde tenemos que la primera dimensión corresponde a la principal diferencia al momento de comparar esta componente en un contexto de realidad virtual y en un contexto tradicional.

Por ejemplo, si consideramos el hardware de una consola de videojuegos, se tiene la componente de controles -la cual pese a ser una dimensión en común con VR existe una diversidad no menor en cuanto al diseño dependiendo de la consola-, un componente de consola y un componente de pantalla. De manera similar, si consideramos un computador de escritorio tenemos que este tiene un componente de *keyboard* y/o un componente *mouse* (dependiendo de los requerimientos del videojuego) y un componente de pantalla. En definitiva, se tienen diferentes componentes con los cuales el usuario interactúa para ejercer su agencia en el videojuego, por lo que es necesario considerar esta diferencia al momento de analizar la experiencia propiamente tal, ya que la realidad virtual presenta una nueva manera de interactuar.

Por consecuencia, tenemos que al momento de diseñar un videojuego que utiliza la realidad virtual se debe tener en consideración esta diferencia de interacción, lo cual implica que no necesariamente el conocimiento que se tiene de acerca de algo que sirve y/o aplica en una plataforma tradicional vaya a servir y/o aplicar de la misma manera en el dominio de realidad virtual. Es por esto, que se considera como necesario realizar pruebas con usuarios al momento de querer utilizar una dinámica que no haya sido probada antes o adaptada para la realidad virtual, con el objetivo de confirmar si es que aplica o no, y en caso de aplicar, el cómo se aplica y si son necesarias adaptaciones.

Este principio a su vez, abre la posibilidad de explorar nuevas dinámicas y consideraciones que no han sido aplicadas o han surgido en plataformas tradicionales, ya sea por limitaciones de hardware o de software. De manera similar que la adaptación de mecánicas tradicionales, esta exploración de nuevas dinámicas debe venir de la mano de pruebas con usuario para ver

como estos reaccionan y si se logran los objetivos propuestos con estas.

Principio 1: Las experiencias de juego en realidad virtual vienen de a tres: presencia, involucramiento e inmersión

Este principio es la base de los siguientes principios expuestos en este listado de implicancias para el diseño, ya que apela a que las componente de presencia, involucramiento e inmersión son aristas críticas en las experiencias de juegos que utilizan la realidad virtual y sin estos no se puede sustentar de buena manera una experiencia propiamente tal. Esto lo podemos notar, en distintos aspectos a lo largo del desarrollo de este trabajo, como por ejemplo en la literatura, donde pese a que no se ha podido establecer un consenso de que es efectivamente la inmersión por distintas razones, el estudio de este siendo un tema relevante y se considera dentro ítems relevantes a evaluar en los distintos instrumentos que buscan medir las experiencias de los usuarios. Asimismo, se tiene que el instrumento (cuestionario VRIQ) desarrollado en este trabajo, el cual se centró el concepto de como los jugadores están presenten en los espacios virtuales, considerando las distintas dimensiones de inmersión y el componente de involucramiento de los jugadores, demostró a partir de los resultados obtenidos que efectivamente se puede identificar este fenómeno y también los grados en los que este se presenta. Por consecuencia, se puede afirmar que tanto la presencia, el involucramiento y la inmersión se deben considerar al momento de hablar de experiencias de jugadores.

Dicho sea esto, se ve necesario que para aprovechar este principio y por consecuencia, aprovechar los principios derivados, es necesario considerar estas aristas como principales al momento de diseñar un videojuego, de la misma manera en la que se considerarían las aristas más "tradicionales" y buscar distintas mecánicas, estrategias, entre otros, que permitan fomentarlas y crear experiencias de videojuegos, ya sea, significativas, llamativas o interesantes, dependiendo del caso.

Asimismo, se tiene que tener en cuenta de que si bien estas tres aristas son críticas, no necesariamente tienen prioridad sobre las otras, como podría ser la componente positiva de un juego, o la componente narrativa, entre otras. Asimismo, estas aristas más clásicas no tienen prioridad sobre las enunciadas en este principio, sino que cada una por si sola se manifiestan en mayor o menor grado, aportando a generar la experiencia del jugador propiamente tal.

Principio 2: Distintos jugadores, distintas experiencias, distintos juegos

Este principio apela a que al momento de diseñar un videojuego debemos tener en consideración el usuario para el cual estamos diseñando. Esto es relevante si analizamos el componente de Usuario del Meta-modelo para experiencias de juego inmersivas en VR, ya que tenemos que el usuario no solo tiene preferencias, sino que también tiene capacidades, habilidades y por consecuencia también limitaciones. En esta misma línea, podemos ver este fenómeno si vemos los resultados de los distintos cuestionarios discriminando en función de la experiencia en VR, donde tenemos por ejemplo, que los usuario con experiencia en realidad virtual eran más propensos a tener experiencias de juego negativas, pero a su vez tenían un efecto mayor de disociación con la realidad cuando jugaban.

Para aprovechar este principio de distintas experiencias de los jugadores, hay que tener en cuenta de que van a existir en primera instancia dos grupos de jugadores; los que han interactuado con la realidad virtual y los que no. Los primeros tienen una familiaridad por lo que ya saben más o menos lo que buscan en un juego y por consecuencia tienen expectativas más altas de lo que quieren, en cambio los segundos al no contar con esta familiaridad tienen un factor de asombro del cual uno se puede aprovechar, ya que las expectativas pueden que no sean tan altas.

Por consiguiente, es válido decidir que un juego va estar dirigido exclusivamente para jugadores novatos o jugadores ya más experimentados con la tecnología y aprovecharse de esto. El caso relevante es cuando el juego busca que estos dos grupos puedan disfrutar de la misma manera el juego, por lo que se sugiere que si este es el caso, preguntarle al usuario si ha interactuado o no con la tecnología antes y ajustar las mecánicas del juego, para de esta manera ofrecer experiencias que estén a las expectativas de cada uno. Por ejemplo, en el caso de que el usuario sea experimentado permitirle todos los tipos de desplazamiento o activar mecánicas de movimiento más complejas, en cambio, para un usuario más novato dejarle solo el desplazamiento por teletransportación y evitar que tenga que girar tanto en el espacio.

Principio 3: A veces hay que ver de manera seria los juegos

Este principio apela a que al momento de diseñar un videojuego no necesariamente debe apuntar a ser lúdicos, sino que pueden tener aspectos más “serios” y los jugadores los van a disfrutar de la misma manera. Esto es relevante si volvemos a analizar el componente de Usuario del meta-modelo, ya que lo que un usuario puede encontrar divertido o lúdico puede diferir totalmente de lo que otro usuario encuentra divertido o lúdico. Aquí también entra en juego la componente de Software, en cuanto al diseño del videojuego propiamente tal y de como este se va presentando al jugador, de manera tal que las distintas dimensiones vayan trabajando juntas en armonía para generar una experiencia positiva en general, más que solo una dimensión tome protagonismo y sea mayormente responsable de toda la experiencia propiamente tal. En esta línea, podemos ver este fenómeno si vemos los resultados de cuestionario VRIQ para los juegos, donde tenemos que el juego Half Life: Alyx tuvo una diferencia significativa en las dimensiones kinéticas, espacial, compartida y narrativa, en cambio, el juego BeatSaber solo tuvo una diferencia significativa en la dimensión lúdica, pero si vemos el puntaje del cuestionario GEQ en la dimensión positiva vemos que no hubo una diferencia significativa entre los dos grupos.

Para aprovechar este principio de que no necesariamente los juegos deben tener un gran componente lúdico para dejar experiencias positivas, hay que tener en cuenta al momento de diseñar cual es el objetivo del juego propiamente tal y de como las distintas dimensiones del software pueden ayudar a complementar la experiencia de buena manera. Es válido querer diseñar un videojuego cuyo tono sea más orientado a un videojuego del tipo serio o no tan lúdico propiamente tal, ya que todas las dimensiones están presente en la experiencia de juego, solo que en mayor o menor grado.

Principio 4: Articulación entre el Software y el Hardware

Los principios enunciados previamente señalados no solo requieren que el software –en este caso el videojuego– los tenga implementados o considerados en alguna medida punto, sino que también requieren que el hardware facilite la interacción. Esto lo podemos ver reflejado en el meta-modelo propiamente tal, donde tenemos que las componentes de usuario, software y hardware están presentes al momento de analizar la experiencia inmersiva. También lo podemos ver de manera más específica en la dimensión kinética del modelo de inmersión, la cual está centrada en el control del avatar y como se ejerce el sentido de agencia en el mundo del juego.

Este principio apela a que debe existir una sinergia entre el software y el hardware propiamente tal, ya que se puede tener el software con las mecánicas más inmersivas pero si el hardware no logra estar al mismo nivel toda la experiencia se ve comprometida. En la práctica este principio es un más difícil de ejecutar desde el punto de vista de un desarrollador o diseñador, ya que modificar o acceder a otro tipo de hardware puede ser costoso y generalmente uno se encuentra más limitado en ese aspecto. En este punto resulta más conveniente ver cuales son las limitaciones del hardware propiamente tal y cuales son las acciones que se pueden tomar para llegar al producto ideal, teniendo en cuenta de que no necesariamente se necesita un equipo de última generación para generar experiencias inmersivas significativas o gráficas súper realistas, mientras se tenga en consideración que software y hardware trabajan juntos, por lo que donde uno de estos no puede dar todo su potencial, el otro puede compensar para aportar a la experiencia en sí.

Principio 5: Motion Sickness para todos

Este principio apela a que todas las personas independiente de su experiencia con realidad virtual, experiencia con plataformas tradicionales y su frecuencia de interacción van a experimentar *motion sickness*. Aquí hay que considerar que si bien todos experimentan *motion sickness*, no es la misma experiencia para todos, ya que se tiene que este fenómeno es una combinación de dos componentes; una componente de oculomotor y una componente de desorientación.

Esto se puede ver si consideramos el análisis de los resultados del cuestionario VRSQ, ya que tenemos en una primera instancia que no existe una diferencia significativa entre los jugadores que interactuaron con Half Life: Alyx y BeatSaber, pero si consideramos los efectos, vemos que el primer juego generó un efecto mayor en la componente de desorientación y el segundo juego generó un efecto mayor en la componente oculomotor. Así mismo, no hubo una significativa entre los jugadores con experiencia en VR y los jugadores sin experiencia y tampoco una diferencia significativa en función del nivel de experticia tradicional. Sin embargo, si hubo una diferencia significativa entre los jugadores en función de su frecuencia de interacción tradicional, donde tenemos que para la componente de desorientación si existe una distinción, pero pese a que esta exista, todos los jugadores experimentan el fenómeno solo que en mayor o menor grado.

Para aprovechar este principio de que todas las personas experimentaran *motion sickness*

de manera distinta, hay que tener en cuenta las componentes del fenómeno y como las dinámicas del juego podrían afectar a cada una de estas, ya sea fomentándolas o disminuyéndolas. Para el caso de la componente de desorientación, si se debe tener en consideración al público objetivo, pero no necesariamente generando una distinción por jugadores frecuentes, sino que incluyendo una opción de elección en cuanto a dinámicas que podrían resultar "desorientadoras", de manera tal que el jugador pueda elegir alguna que no lo afecte tanto en temas de desorientación. Un ejemplo de esto, es el permitir el método de transportación en los juegos, donde a los jugadores más novatos se les sugiere elegir un desplazamiento por teletransportación, mientras que a los jugadores más experimentados se les sugiere un desplazamiento por arrastre, ya que este genera más desorientación y tiene asociado un periodo de adaptación [19].

6.6. Preguntas de Investigación

Tenemos que a partir del análisis de los resultados obtenidos a partir del estudio empírico realizado podemos responder las preguntas de investigación enunciadas en el capítulo 2 del presente documento.

1. **¿Cómo se expresa la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) y el modelo de involucramiento de Calleja?**

La correspondencia entre los componentes se expresa como la interacción entre tres componentes principales: (1) la componente de Usuario, (2) la componente de Software y (3) la componente de Hardware. Estas interacciones se consolidan en el Metamodelo para experiencias de juego inmersivas en Realidad Virtual, presentado en el presente documento, el cual de la misma manera que Calleja [3] propone que las dimensiones de su modelo no aparecen por sí solas, sino como una combinación de estas en mayor o menor grado, este modelo considera que estas tres componentes se encuentran constantemente presente al momento de analizar la experiencias, pero que la afectan de mayor o menor grado dependiendo de la situación.

2. **¿Qué interacciones existen entre las dimensiones del modelo de involucramiento de Calleja y los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) al momento de realizar esta correspondencia?**

Existen interacciones tanto negativas como positivas entre los componentes, las cuales pueden generar un efecto, ya sea de positivo como negativo en la experiencia de usuario. Por ejemplo, el fenómeno del motion sickness gracias a este modelo, se explica como a relación negativa de las componentes, ya que para que el usuario se maree no solo inciden las características de este, sino las características que aportan el software y el hardware a la experiencia en sí.

3. ¿Qué componentes se pueden abstraer de la correspondencia entre las dimensiones de inmersión de VR y del modelo de involucramiento de Calleja para diseñar experiencias inmersivas en VR?

Se pueden en definitiva abstraer tres grandes componentes: La primera es la componente dimensional y temporal del modelo de involucramiento de Calleja se puede abstraer como el componente de Software del meta-modelo propiamente tal, el cual considera los aspectos del videojuego propiamente tal al momento de hablar de experiencias de juego inmersivas, es decir, a los aspectos de diseño que controla la parte del software. Asimismo, las componentes físicas, es decir, los materiales físicos con los cuales el jugador interactúa con el juego se pueden abstraer como la componente de Hardware del meta-modelo. Finalmente, las componentes relacionadas con los aspectos propios del usuario como los son los aspectos antropológicos, de comportamiento, cognitivos y factores sociales, se pueden abstraer como la componente de Usuario del meta-modelo.

6.7. Limitaciones a la validez de los resultados

Hay que tener en consideración las siguientes limitaciones al momento de analizar la validez de los resultados presentados en el presente trabajo.

- *Contexto socio-cultural de los participantes:* Ya que se eligió hacer la convocatoria de los participantes en la Facultad, se debe tener en consideración los posibles sesgos de haber seleccionado este tipo de población para el experimento tal. Por ejemplo, se puede tener que la experiencia de plataformas de videojuegos tradicionales varié si es que este experimento se realiza en una facultad de Derecho, o de Medicina, asimismo, la distribución de las variables categóricas relevantes al estudio, como la identidad de género, la experiencia previa con realidad virtual, la frecuencia de interacción con videojuegos de plataformas tradicionales, etc. Asimismo, en mayor escala hay que tener en consideración el contexto socio-cultural presente no solo a nivel facultad, sino el contexto a nivel universidad, país, mundial, ya que difiere en como una persona chilena se encuentra expuesta a la tecnología, a la de una persona con nacionalidad perteneciente a algún país que se encuentre en la categoría de desarrollado.
- *Naturaleza del experimento:* A partir del barrido en la literatura, se puede asumir que a la fecha este es uno de los primeros estudios empíricos donde se considera la inmersión como componente principal de estudio considerando la realidad virtual como principal mecanismo de interacción. Es por esta razón que no se cuenta con conocimiento de como realizar experimentos de esta naturaleza y por consecuencia este estudio se debe entender como un primer acercamiento en lo que es la exploración y evaluación de experiencias inmersivas en realidad virtual.
- *Limitación de los recursos:* Pese a que se logró de manera exitosa la convocatoria esperada de los participantes para el estudio dentro del tiempo esperado, se debe considerar que los recursos eran limitados, por lo que no se pudo realizar una segunda instancia de evaluación. Esta instancia de evaluación extra hubiese permitido, por ejemplo,

dar más sustento a las distintas relaciones que se encontraron o poder profundizarlas considerando que ya se vio la presencia del fenómeno.

Capítulo 7

Conclusiones y Trabajo Futuro

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite presentar las siguientes conclusiones:

El fenómeno de inmersión no ha estado exento de evolución en estos últimos años, lo cual ha generado un desafío para poder definir que factores son los que inciden en la inmersión e involucramiento de los jugadores al momento de interactuar con la realidad virtual. Si bien, se cuenta con conocimiento y herramientas para medir la experiencia de los jugadores, estas no tienen como base un modelo que considere el fenómeno de inmersión como característica principal de estudio. Sumado a esto, estas herramientas no han probado su efectividad en medir los fenómenos correspondientes en videojuegos que utilicen la realidad virtual como principal mecanismo de interacción con el jugador.

En este trabajo se pudo definir de manera satisfactoria un primer modelo de implicancias de diseño, basadas en la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual y el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja [3], el cual fue sintetizado en el Metamodelo para experiencias de juego inmersivas en VR. Con este modelo se espera facilitar el diseño de experiencias de usuarios centradas en la inmersión en videojuegos de VR, considerando el componente multidimensional del fenómeno y los distintos componentes que están colaborando en este.

Asimismo, para poder lograr definir este primer modelo de implicancias se estudiaron cuales eran los puntos de convergencia de acuerdo a la literatura, entre el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja y los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual. Sumado a esto, mediante la realización del experimento con usuarios se pudo estudiar empíricamente la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual y las dimensiones de involucramiento en el modelo de Calleja y las dimensiones de involucramiento en el modelo de Calleja con el objetivo de dar soporte al modelo. Finalmente, con el conocimiento adquirido de este se pudieron abstraer implicancias de diseño que puedan ser traducidas en forma de guías o pautas para mejorar la experiencia de usuario en inmersión de VR.

A continuación se reiteran los objetivos específicos propuestos, junto con un análisis sobre el grado de cumplimiento de cada uno:

1. *Estudiar cuáles podrían ser posibles puntos de convergencia, de acuerdo a la literatura, entre el modelo de involucramiento de jugadores de Calleja y los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware):* Se logró estudiar de manera exitosa cuales eran estos puntos de convergencia, mediante el análisis de a literatura existente hasta la fecha. Este estudio permitió la consolidación del meta-modelo de experiencias inmersivas para realidad virtual.
2. *Estudiar empíricamente la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) y las dimensiones de involucramiento en el modelo de Calleja con la finalidad de dar soporte al modelo inicial derivado en el objetivo anterior:* Se logró estudiar empíricamente la correspondencia de manera exitosa, pero se nota la posibilidad de mejora en algunos de los aspectos del estudio empírico y la necesidad de repetir este estudio.
3. *Abstraer implicancias de diseño que puedan ser traducidas en forma de guías o pautas para mejorar la experiencia de usuario en inmersión de VR, tomando como base la evidencia empírica recolectada y analizada en el objetivo anterior:* Este objetivo se logró plenamente, pero se nota la posibilidad de desarrollar más principios que aporten a las implicancias de diseños actuales y también la existencia de principios derivados de estos, como "subprincipios" que van en la misma línea, pero que aportan conocimiento complementario, más que aportar conocimiento nuevo como los principios actuales.

Este trabajo a su vez abre la posibilidad a seguir explorando los distintos factores que inciden en las experiencias de realidad virtual en el contexto de videojuegos, ya que busca proveer una base para tratar de acortar la brecha de conocimiento que actualmente se tiene en la literatura con la inmersión e involucramiento de jugadores. Es por esto que se ve la posibilidad de ver este modelo aplicado a distintos tipos de videojuegos, debido a la naturaleza del estudio se tuvo que restringir a solo dos. Asimismo, se ve la oportunidad de seguir trabajando en las validaciones y mejoras del instrumento generado en este trabajo de título, ya que ofrece una oportunidad para ver como se expresan las dimensiones de la inmersión en los videojuegos de VR, y considerar su aplicación para videojuegos tradicionales.

Bibliografía

- [1] Katrin Becker. How do researchers choose commercial games for study? In *Proceedings of the 2009 Conference on Future Play on @ GDC Canada*, Future Play '09, page 5–6, New York, NY, USA, 2009. Association for Computing Machinery.
- [2] Emily Brown and Paul Cairns. A grounded investigation of game immersion. In *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pages 1297–1300, 2004.
- [3] G. Calleja. *In-Game: From Immersion to Incorporation*. The MIT Press. MIT Press, 2011.
- [4] Umer Asghar Chattha, Uzair Iqbal Janjua, Fozia Anwar, Tahir Mustafa Madni, Muhammad Faisal Cheema, and Sana Iqbal Janjua. Motion sickness in virtual reality: An empirical evaluation. *IEEE Access*, 8:130486–130499, 2020.
- [5] Fadi Chehimi, Paul Coulton, and Reuben Edwards. Evolution of 3d mobile games development. *Personal and ubiquitous computing*, 12(1):19–25, 2008.
- [6] Simon Davis, Keith Nesbitt, and Eugene Nalivaiko. A systematic review of cybersickness. In *Proceedings of the 2014 conference on interactive entertainment*, pages 1–9, 2014.
- [7] Laura Ermi and Frans Mäyrä. Player-centred game design: Experiences in using scenario study to inform mobile game design. *Game Studies*, 5(1):1–10, 2005.
- [8] David Freeman. Creating emotion in games: The craft and art of emotioneering™. *Comput. Entertain.*, 2(3):15, jul 2004.
- [9] Wijnand IJsselsteijn, Yvonne De Kort, Karolien Poels, Audrius Jurgelionis, and Francesco Bellotti. Characterising and measuring user experiences in digital games. In *International conference on advances in computer entertainment technology*, volume 2, page 27, 2007.
- [10] Wijnand A IJsselsteijn, Yvonne AW De Kort, and Karolien Poels. The game experience questionnaire. 2013.
- [11] Charlene Jennett, Anna L Cox, Paul Cairns, Samira Dhoparee, Andrew Epps, Tim Tijs, and Alison Walton. Measuring and defining the experience of immersion in games. *International journal of human-computer studies*, 66(9):641–661, 2008.

- [12] Hyun K Kim, Jaehyun Park, Yeongcheol Choi, and Mungyeong Choe. Virtual reality sickness questionnaire (vrsq): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied ergonomics*, 69:66–73, 2018.
- [13] Jonna Koivisto and Juho Hamari. The rise of motivational information systems: A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, 45:191–210, 2019.
- [14] Matthew Lombard and Theresa Ditton. At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of computer-mediated communication*, 3(2):JCMC321, 1997.
- [15] Marvin Minsky. Telepresence. 1980.
- [16] Lennart E Nacke, Chris Bateman, and Regan L Mandryk. Brainhex: A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment computing*, 5(1):55–62, 2014.
- [17] Heather L O’Brien and Elaine G Toms. The development and evaluation of a survey to measure user engagement. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1):50–69, 2010.
- [18] Mary Beth Oliver, Nicholas David Bowman, Julia K Woolley, Ryan Rogers, Brett I Sherrick, and Mun-Young Chung. Video games as meaningful entertainment experiences. *Psychology of Popular Media Culture*, 5(4):390, 2016.
- [19] John Porter III and Andrew Robb. An analysis of longitudinal trends in consumer thoughts on presence and simulator sickness in vr games. In *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pages 277–285, 2019.
- [20] Hua Qin, Pei-Luen Patrick Rau, and Gavriel Salvendy. Measuring player immersion in the computer game narrative. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 25(2):107–133, 2009.
- [21] Frank E Ritter, Gordon D Baxter, and Elizabeth F Churchill. Foundations for designing user-centered systems. *Springer-Verlag London, DOI*, 10:978–1, 2014.
- [22] Thomas B Sheridan. Musings on telepresence and virtual presence. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 1(1):120–126, 1992.
- [23] Daniel Stokols, Joseph G Grzywacz, Shari McMahan, and Kimari Phillips. Increasing the health promotive capacity of human environments. *American journal of health promotion*, 18(1):4–13, 2003.
- [24] Ivan Sutherland. The ultimate display. 1965.
- [25] Ivan E Sutherland. A head-mounted three dimensional display. In *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, pages 757–764, 1968.
- [26] Penelope Sweetser and Peta Wyeth. Gameflow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3(3):3–3, 2005.
- [27] Xiaohui Wang and Dion Hoe-Lian Goh. Components of game experience: An automatic text analysis of online reviews. *Entertainment Computing*, 33:100338, 2020.

- [28] Bob G Witmer and Michael J Singer. Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3):225–240, 1998.

Anexos

Anexo A

Cuestionarios

A.1. Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ) - Versión Inglés

Please indicate how you are feeling right now for each of the items, on the following scale:

Not at all (0) - Slightly (1) - Moderately (2) - Very (3)

- General discomfort
- Fatigue
- Eyestrain
- Difficulty focusing
- Headache
- Fullness of head
- Blurred vision
- Dizzy (eyes closed)
- Vertigo

A.2. Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ) - Versión Español

Por favor, indique cómo se siente en este momento para cada uno de los elementos, en la siguiente escala:

Nada (0) - Ligeramente (1) - Moderadamente (2) - Severamente (3)

- Malestar General
- Fatiga Corporal
- Fatiga Visual
- Dificultad para enfocar
- Dolor de Cabeza
- Pesadez de cabeza
- Visión Borrosa
- Mareos (con los ojos cerrados)
- Vértigo

A.3. Game Experience Questionnaire (GEQ) Post-game Module - Versión Inglés

Please indicate how you felt after you finished playing the game for each of the items, on the following scale:

Not at all (0) - Slightly (1) - Moderately (2) - Fairly (3) - Extremely (4)

- I felt revived
- I felt bad
- I found it hard to get back to reality
- I felt guilty
- It felt like a victory
- I found it a waste of time
- I felt energized
- I felt satisfied
- I felt disoriented
- I felt exhausted
- I felt that I could have done more useful things
- I felt powerful
- I felt weary
- I felt regret

- I felt ashamed
- I felt proud
- I had a sense that I had returned from a journey

A.4. Game Experience Questionnaire (GEQ) Post-game Module - Versión Español

Por favor, indica cómo te sentiste después de terminar de jugar para cada uno de los elementos, en la siguiente escala:

Nada (0) - Levemente (1) - Moderadamente (2) - Bastante (3) - Extremadamente (4)

- Me sentí revivida/e/o
- Me senti mal
- Sentí que fue difícil volver de vuelta a la realidad
- Me sentí culpable
- Se sintió como una victoria
- Sentí que fue una pérdida de tiempo
- Me sentí energizada/e/o
- Me sentí satisfecha/e/o
- Me senti desorientada/e/o
- Me sentí exhausta/e/o
- Sentí que podría haber hecho cosas más útiles
- Me sentí poderosa/e/o
- Me sentí cansada/e/o
- Me senti arrepentida/e/o
- Me sentí avergonzada/e/o
- Me sentí orgullosa/e/o
- Sentí que había regresado de un viaje

A.5. Virtual Reality Immersive Questionnaire (VRIQ) - Versión Inglés

Please indicate your level of agreement with the following statements for each of the items on the following scale:

Strongly disagree (0) - Disagree (1) - Neither agree nor disagree (2) - Agreed (3)
- Strongly Agreed (4)

Kinesthetic Involvement

- I was able to perform actions that affect the game world and its inhabitants
- I was able to control the avatar during the gameplay

Spatial Involvement

- I was able to explore the game environment or navigable space
- I was able to be aware of the game environment through the navigation
- I was able to create a mental map through the navigation
- I was able to feel familiar with the world map or game environment

Shared Involvement

- I was able to socialize in the game world
- I was able to cooperate with other elements in the game world
- I was able to collaborate with other elements in the game world
- I was able to compete with other elements in the game world
- I was able to sense, feel or create conflict with other elements in the game world

Narrative Involvement

- I was able to experience events happening in the gameplay
- I can experience history through different exposition methods such as cutscenes, quick time events, dialog, and streams of text
- I was able to experience history by interacting with the game environment

Affective Involvement

- I was able to shift from one emotional state to another one more favorable
- I was able to feel emotionally affected by the events in the game

Ludic Involvement

- I was able to identify goals from the game
- I can create my own goals from the game
- I was able to create and follow plans to achieve a goal
- I was able to follow a tactic to achieve a subgoal

Anexo B

Consideraciones Éticas

B.1. Certificación de Comité de Ética y Bioseguridad para la Investigación



CERTIFICACIÓN N° 053
COMITÉ DE ÉTICA Y BIOSEGURIDAD PARA LA INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

El Comité de Ética y Bioseguridad para la Investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile certifica haber analizado el proyecto titulado **“Hacia un primer modelo de implicancias de diseño para videojuegos en realidad virtual considerando estrategias de inmersión e involucramiento de jugadores”** memoria de la estudiante **Fabiola Rivera Salgado**, para obtener su título de Ingeniera Civil en Computación, cuyo profesor guía es **Francisco Gutiérrez** del Departamento de Ciencias de la Computación de esta Facultad.


La metodología del proyecto incluye la aplicación de tres cuestionarios a los participantes. Para participar deberán firmar un Consentimiento informado.

La metodología y el documento de Consentimiento Informado permiten certificar que:

- i) El proyecto cumple con los estándares nacionales e internacionales de ética de la investigación, de acuerdo a la Declaración Universal de los Derechos Humanos, el Pacto de Derechos Civiles y Políticos, el Pacto de Derecho Económicos Sociales y Culturales, las leyes chilenas y el Documento oficial de ética para la investigación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.
- ii) El Comité de Ética considera que la investigación no vulnera la dignidad de los sujetos, no constituye una amenaza bajo ninguna circunstancia ni causa daño.
- iii) Asimismo, el Comité que suscribe auditará, al término del proyecto, el cumplimiento de los estándares arriba enunciados propios de la disciplina involucrada y la correcta aplicación del modelo de consentimiento informado para asegurarse del cumplimiento. Esta auditoría, además, tiene el

propósito de asegurar la garantía del derecho a la privacidad, confidencialidad y el anonimato de los sujetos involucrados en la investigación.

iv) Dejamos constancia que el profesor Gutiérrez será responsable por eventuales daños causado a las personas por errores que puedan cometerse durante la investigación.


Dr. Carlos Conca R.
Integrante Comité

Firmado digitalmente por
Dra. Viviana Meruane N.
Directora Académica y de Investigación
Presidenta Comité





Dr. Manuel Patricio Jorquera E.
Secretario

Santiago, 01 de septiembre de 2022
VMN/PJE/rox.



B.2. Formulario de Consentimiento Informado



FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Solicitamos a usted colaborar con el proyecto de investigación titulado “*Hacia un primer modelo de implicancias de diseño para videojuegos en realidad virtual considerando estrategias de inmersión e involucramiento de jugadores*”, perteneciente al Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile.

La colaboración que solicitamos consiste en utilizar el dispositivo y las aplicaciones que pondremos a su disposición, siguiendo las indicaciones y ejecutando las tareas requeridas por el facilitador del estudio. La herramienta tiene como objetivo el definir un primer modelo de implicancias de diseño, basadas en la correspondencia entre los componentes de experiencias de videojuegos para realidad virtual (Usuario y Hardware) y un modelo de involucramiento de jugadores.

A continuación le proporcionamos información más detallada del proyecto y de los términos concretos que involucra su participación en esta prueba. A esto lo hacemos con el fin de permitirle decidir, de manera informada, si desea o no colaborar con este proyecto.

Información sobre el proyecto

1. El proyecto “*Hacia un primer modelo de implicancias de diseño para videojuegos en realidad virtual considerando estrategias de inmersión e involucramiento de jugadores*”, tiene como objetivo el generar guías de diseño para facilitar el diseño de experiencias de usuarios centradas en la inmersión en videojuegos de realidad virtual.
2. Este proyecto proporcionará información de relevancia para el diseño y desarrollo de **soluciones computacionales**.
3. Este Proyecto está dirigido por el Profesor Francisco J. Gutiérrez, Profesor Asistente y Académico Jornada Completa del Departamento de Ciencias de la Computación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. La estudiante Fabiola Rivera Salgado, memorista del programa Ingeniería Civil en Computación de la misma unidad académica, actúa como responsable operativa del estudio y del presente proyecto de investigación.
4. Los datos recopilados dentro del Proyecto serán administrados resguardando la estricta confidencialidad de la identidad de las personas participantes. Sólo tendrán acceso a ellos las personas individualizadas en el punto anterior. Las personas responsables del resguardo de la información son, en primera instancia, la responsable operativa del estudio (Fabiola Rivera Salgado) y en última instancia el director del proyecto (Prof. Francisco J. Gutiérrez).
5. Los datos recopilados dentro del Proyecto serán usados exclusivamente para ser publicados, en forma anónima, en formato de memoria y tesis académica, y potencialmente de manera derivativa en revistas científicas del área de investigación, libros especializados, y/o en congresos académicos en Chile y en el extranjero.

Información sobre su participación:

Su participación en este estudio es totalmente voluntaria, y consiste en interactuar con un juego que utiliza la realidad virtual como principal medio de interacción. El facilitador de este estudio le otorgará una serie de instrucciones que deberá realizar, para posteriormente evaluar la interacción con el videojuego.

Note que no se lo está evaluando a usted como individuo, sino que es usted quien está evaluando el videojuego que se le proporciona. Al finalizar la serie de instrucciones, le preguntaremos acerca de qué le ha parecido la experiencia y el videojuego con el que interactuó. Particularmente nos interesa saber cómo se siente usted después de haber jugado.

Si no acepta participar en este estudio, no hay ninguna consecuencia negativa para usted. Si acepta participar, entonces usted puede dejar de participar en el estudio en cualquier momento que lo desee, sin que eso tenga consecuencias negativas para usted. Por favor, tómese todo el tiempo que necesite para decidir. A continuación se

presenta un conjunto de preguntas y respuestas típicas, que le pueden ayudar a decidir mejor su eventual participación en este estudio.

¿Para qué se firma este documento?

La firma de este documento indica que usted voluntariamente desea participar en este estudio, y que conoce los términos de su participación, los cuales están expresados en el texto de este documento.

¿Por qué se está haciendo este estudio de investigación?

Queremos saber más acerca de cómo crear experiencias de videojuegos para realidad virtual que se centren en utilizar estrategias de inmersión e involucramiento de jugadores. Con este estudio queremos generar conocimiento de los usuarios para poder crear guías de diseño, para que programadores y diseñadores que busquen generar experiencias inmersivas en realidad virtual puedan consultar este conocimiento de manera más fácil.

¿Qué pasa si digo “sí, quiero participar en el estudio”?

Si dice que sí, le enseñaremos a utilizar la herramienta, le pediremos que la utilice siguiendo las instrucciones del facilitador del estudio, y al final le pediremos su opinión acerca de qué le ha parecido la experiencia en cuanto a jugabilidad, inmersión e involucramiento.

La información acerca de su opinión la recopilaremos en forma de cuestionario. Las preguntas que le haremos no tienen respuestas correctas o incorrectas. Usted tiene el derecho de saltarse cualquier pregunta si no quiere contestar.

¿Quién verá mis respuestas y mis datos de interacciones?

Las únicas personas autorizadas para ver sus respuestas y sus interacciones con la aplicación, son las que trabajan en el estudio; que son las mismas que se aseguran de que dicho estudio se realice de manera correcta. Sus respuestas en el cuestionario y una copia firmada de este documento se mantendrán bajo llave en nuestros archivos. Cuando compartamos los resultados del estudio, por ejemplo en reportes técnicos o revistas especializadas de investigación, podremos utilizar citas suyas, pero en ningún caso incluiremos su nombre o cualquier otra información que lo identifique. Por lo tanto, haremos todo lo posible para asegurar el anonimato de la información que usted provea como parte de este estudio.

Participar en el estudio, ¿me ayudará de alguna manera?

Participar en este estudio no le ayudará directamente, pero podría ayudar a programadores y/o diseñadores en el futuro.

Participar en este estudio, ¿podría ser malo para mí, de alguna manera?

Es poco probable, pero existe la posibilidad de que el uso de la herramienta en algún momento pudiera incomodar o generar molestias corporales. Esto podría suceder, por ejemplo, dolor en la zona ocular por el peso del casco de realidad, incomodidad por fotosensibilidad y/o mareos por el efecto de motion sickness (mareos por movimiento, similares a los que se sufren en un auto en movimiento).

¿Qué debo hacer si tengo preguntas?

Por favor, contacte al equipo responsable si tiene alguna pregunta sobre el estudio, sobre sus derechos o sobre el uso de la herramienta. Los datos de contacto están más abajo.

¿Estoy obligado/a a firmar este documento?

No. Firme solamente si desea participar en el estudio.

¿Qué debo hacer si quiero participar en el estudio?

Tiene que firmar dos copias de este documento: nosotros le entregaremos una copia del mismo y la otra quedará en poder del equipo investigador.

Al firmar este documento está diciendo que:

- Está de acuerdo con participar en el estudio.
- Le hemos explicado la información que contiene este documento y hemos contestado todas sus preguntas.

En conocimiento del proyecto y de acuerdo a las condiciones antes descritas, indique con una cruz su decisión de participar:

- No acepto** colaborar con el proyecto “*Hacia un primer modelo de implicancias de diseño para videojuegos en realidad virtual considerando estrategias de inmersión e involucramiento de jugadores*”.
- Sí acepto** colaborar con el proyecto “*Hacia un primer modelo de implicancias de diseño para videojuegos en realidad virtual considerando estrategias de inmersión e involucramiento de jugadores*”.

El Prof. Francisco J. Gutiérrez, director de este proyecto de investigación, y Fabiola Rivera Salgado, responsable operativa del mismo, suscriben el compromiso de respetar cabalmente las condiciones detalladas más arriba. Los datos de contacto de estas personas se detallan a continuación:

Prof. Francisco J. Gutiérrez, Profesor Asistente. Departamento de Ciencias de la Computación, FCFM, Universidad de Chile. Correo electrónico: fgutier@dcc.uchile.cl.

Fabiola Rivera Salgado, Memorista Ingeniería Civil en Computación. Departamento de Ciencias de la Computación, FCFM, Universidad de Chile. Correo electrónico: fabioarivera@ug.uchile.cl.

Otras preguntas pueden realizarse a la Presidenta del Comité de Ética y Bioseguridad para la Investigación, de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile, **Prof. Viviana Meruane N.**, a quien usted podrá contactar a sediraca@ing.uchile.cl.

Nombre del participante: _____
 Teléfono de contacto: _____
 Correo electrónico: _____
 Firma: _____

Fecha: _____

Nombre del facilitador del estudio: _____
 Teléfono de contacto: _____
 Correo electrónico: _____

(Se firman dos copias, quedando una en poder del participante y otra en poder del equipo de investigación)

Consentimiento Informado Autorizado electrónicamente por Viviana Meruane



Documento emitido con Firma Electrónica Avanzada por la Universidad de Chile.
 La autenticidad puede ser verificada en:
<https://ceropapel.uchile.cl/validacion/6310c10cb71902001cb93a25>