



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Evaluar y mejorar la experiencia usuaria para el recorrido de ambientes virtuales en el proyecto MUVEC

Nombre del candidato(a): Ismael Andrés Zapata Vieytes

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Informática

Campus: Casa Central Valparaíso; Departamento: Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Claudia López, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 04/08/2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 04/08/2025

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.



Evaluar y mejorar la experiencia usuaria para el recorrido de ambientes virtuales en el proyecto MUVEC

Ismael Zapata Vieytes

ismael.zapv@gmail.com

Claudia López
Profesor(a) Guía

Andrea Vásquez
Profesor(a) Correferente

Resumen: Esta memoria se desarrolla en el contexto de experiencias inmersivas en realidad virtual (VR), enfocándose en la evaluación y mejora de la experiencia de usuario (UX) en MUVEC, un entorno virtual que simula un museo. El problema identificado fue la ausencia de una evaluación formal de UX del proyecto, lo que motivó una nueva propuesta elementos y secciones construida a partir del *feedback* de la versión original y de aspectos claves como Modos de Control, Interactividad, Inmersión y Soportes Informativo. El objetivo fue optimizar la claridad y el control del usuario durante el recorrido. Para validar esta propuesta, se realizaron pruebas exploratorias con un enfoque *within-subjects* probando la versión original y final, donde los usuarios entregaron sus impresiones a través de cuestionarios y entrevistas. Encontrando que realizar intervenciones centradas en la interacción e información pueden generar mejoras positivas en la experiencia virtual.

Palabras Clave: Realidad Virtual, Museo, Videojuegos Chilenos, UX, Cultura Digital

1 Introducción

1.1 Motivaciones de MUVEC

MUVEC es un proyecto que fue desarrollado por 6 estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM) del campus de Valparaíso para la edición 31 de la Feria de Software (FESW) de la misma universidad. El nombre del proyecto representa las siglas de **Museo de Videojuegos en Chile**.

Este proyecto buscaba abordar el problema de la falta de interés en la cultura de los videojuegos de origen chileno, esto toma peso si se considera la creciente industria del desarrollo de videojuegos, que llega a rivalizar con la industria de la música y de las películas en lo que a ganancias se refiere [1]. Si bien esta información puede reflejar la escala global, Chile también es parte de este fenómeno, llegando a generar ingresos en un año cercanos a los 16 millones de dólares [2].

Con esto en mente, existe un problema, y es la falta de conocimiento e interés por parte de las personas hacia los videojuegos chilenos, debido a que la promoción de estos mismos depende en gran medida de la empresa desarrolladora y de la ayuda de entidades como VG Chile. Estas generan instancias en la que personas relacionadas al desarrollo de videojuegos pueden exponer sus proyectos. Instancias que afectan mayormente la promoción de productos nuevos, dejando de un lado a los videojuegos chilenos más antiguos. Otro problema va ligado a la distribución de videojuegos chilenos, ya que al utilizar plataformas virtuales como **Steam**, **Epic Games** e incluso **Itch.io**, estos tienden a perder visibilidad en la cantidad de videojuegos disponibles.

Por esto, se desarrolló MUVEC, un Museo en Realidad Virtual (VR) para poder almacenar e incentivar la cultura de videojuegos chilenos de una forma más inmersiva e interesante que otras alternativas que existen como videos o páginas web, aprovechando las capacidades que ofrecen los dispositivos de VR. MUVEC fue pensado para utilizarse en instancias expositivas. Esto quiere decir que el ambiente favorable para el uso de esta



aplicación es en un ambiente público como, por ejemplo, la FESW, y así incluir a distintos tipos de usuarios, como lo pueden ser interesados en los videojuegos, desarrolladores, y un público general.

1.2 Contenido y secciones de MUVEC

MUVEC fue planeado para almacenar e incentivar la cultura de los videojuegos chilenos a través de una experiencia inmersiva. El museo se diseñó por **secciones** para poder cubrir tanto tópicos sobre la cultura de videojuegos chilenos como apoyar la inmersión de explorar un museo.

Las secciones del museo son; **Zona Exterior** que es un área tutorial; **Lobby** que es el centro del museo, **Línea de Tiempo** donde se presentan hitos de la historia de los videojuegos chilenos; **Personas de la Industria** (en adelante, Personas) para destacar a personas influyentes; **Sala del Ascensor** (en adelante, Ascensor) que es una sala que cuenta con tres pisos y un ascensor; **Mundo Inmersivo** donde se simula un entorno de un videojuego; **Making-of** se muestra el proceso creativo de los videojuegos e **Industria de desarrollo de videojuegos** (en adelante, Industria) que informa sobre los *software* y formas de financiamiento. Estas secciones se describen en detalle en la **Tabla 1** y se pueden visualizar en el **Anexo 1**.

Tabla 1. Secciones de MUVEC

N°	Nombre de la sección	Descripción
1	Zona Exterior	Es un ambiente pensado para poder acostumbrarse a los controles, además de incluir portales de entrada y salida del museo, junto con ayudas visuales y elementos para poder practicar la interacción.
2	Lobby	Es la sección central del interior del museo, a la cual se puede volver con un atajo integrado en los controles. Presenta señales de colores que guían hacia las secciones del museo.
3	Línea de tiempo	Sección del museo que contiene alguno de los hitos en la historia de los videojuegos chilenos ordenados de forma cronológica.
4	Personas	Sección dedicada a algunas de las personas influyentes en la industria de los videojuegos chilenos, donde se comparte información sobre ellos, como participación en proyectos, datos sobre su carrera.
5	Ascensor	Sección intermedia que cuenta con tres pisos conectados por un ascensor. En el primer se encuentra la entrada a la sección Mundo Inmersivo, en el segundo a Making-of y el tercero a Industria.
6	Mundo Inmersivo	Sección dedicada a un área o segmento particular de algún videojuego chileno. En esta sección se utiliza un video 360°.
7	Making-of	Sección dedicada al proceso de desarrollo de algún videojuego chileno, con la idea de incluir bocetos, muestras de versiones de prueba, comentarios del desarrollo, motivaciones y complicaciones.
8	Industria	Sección dedicada a mostrar algunas de las facetas de la industria de desarrollo de videojuegos. Esta sección está dividida en subsecciones como: Herramientas de dibujo 3D y 2D, Motores de Videojuegos, Herramientas de audio y Comentario de profesionales.

Las secciones Línea de Tiempo, Personas, Mundo Inmersivo, Making-of e Industria (**numero 3,4,6,7 y 8 de la Tabla 1**) forman parte de las secciones que abordan temas que el equipo de desarrollo de MUVEC consideró relevantes sobre la cultura de los videojuegos chilenos y de la industria de desarrollo de videojuegos.

En cada sección del museo hay **elementos** que se pueden entender como **las piezas que permiten que el museo funcione**, donde algunos sirven como medio para ver el **contenido multimedia** del museo (como los textos, imágenes, videos, audios, información y modelos 3D). Estos elementos pueden ser funcionalidades, objetos o estructuras de secciones y se pueden agrupar en categorías dependiendo de su función o utilidad. La categoría **control del jugador** incluye los elementos que permiten al usuario desplazarse, girar o ajustar sus

características. Los elementos de la categoría de **interacción** realizan alguna acción cuando el usuario les apunta y activa. Los elementos de **ambientación** incluyen el aspecto físico de las secciones y sus decoraciones. En la categoría de **información** se encuentran las señales o ayudas hacia el usuario. En la **Tabla 2** se detalla cada categoría y se pueden ejemplos en el **Anexo 2**.

Tabla 2. Categorías y ejemplos de elementos presentes en las secciones de MUVEC

Categoría del elemento	Descripción	Ejemplos dentro de MUVEC
Control del jugador	Permiten al usuario controlar su movimiento en el ambiente 3D, el movimiento de su cámara, el giro del jugador, y estadísticas como su velocidad, altura.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movimiento constante o continuo controlado por el análogo mando de VR 2. Giro de cabeza utilizando los sensores del casco VR 3. Velocidad de caminar y correr controlada por ajustes 4. Giro del jugador en formato continuo 5. Altura controlada por ajustes 6. Control de volumen 7. Botones en el mando de VR para abrir el menú, teletransporte al lobby y correr o interactuar
De interacción	Pueden ser objetos, paneles, botones, sliders con los que el jugador puede interactuar mediante una acción particular dentro del museo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atril de lectura con botones para cambiar de página 2. Paneles flotantes, con interacción para cambiar el contenido 3. Reproductor de videos, con botón de reproducir y pausar 4. Panel de botones del ascensor 5. Panel de ajustes con botones y sliders 6. Portales para viajar entre secciones o salir del museo
De ambientación	Ayudan a la inmersión dentro del proyecto, como objetos decorativos, iluminación, sonidos o audios, estructuras u obstáculos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decoraciones interiores como macetas, asientos, ventiladores 2. Iluminación generada por un objeto reconocible (lámparas) o una fuente invisible (por necesidad del museo) 3. Estructura generalmente “natural” del museo con elementos fantásticos
De información	Ayudan al usuario a entender el funcionamiento del proyecto mediante guías, señales y desafíos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Paneles de ayuda en zona exterior 2. Señales de colores para guiar a las secciones del museo 3. Títulos físicos de secciones 4. Submenú para probar los controles

1.3 Problemas y estudio de MUVEC

Esta sección hará una breve mención de los motivos de esta memoria y algunos de los problemas que presenta MUVEC en lo que a **experiencia de usuario (UX)** respecta.

El museo fue diseñado y desarrollado para la FESW. Su desarrollo usó un marco de trabajo **SCRUM** [3], y un flujo de trabajo basado en 3 **sprints**, que son periodos para desarrollar y evaluar.

Los **sprints** se utilizaron para la planificación de los elementos de control del jugador, interacción y ambientación. Después de completar un **sprint** de desarrollo, se realizaron pruebas con usuarios para evaluar la implementación de los elementos prometidos y el **contenido multimedia** relacionado a los videojuegos chilenos. Al finalizar las pruebas, se logró evaluar la **existencia y funcionalidad** del contenido prometido, pero no se evaluó correctamente la UX. Además, se dejó la corrección e implementación de los comentarios de los usuarios que no fueran críticos como cambios de **baja prioridad**, ya que implementar estos comentarios en los futuros **sprints** añadía más carga de la que se había prometido en un inicio.



En base a esto, el problema que busca abordar esta memoria es la falta de evaluación en UX de MUVEC. Si bien, fue desarrollado cumpliendo con las funcionalidades planificadas en su fase de diseño, careció de una evaluación **específica** en su UX durante el proceso de desarrollo. Gracias a las pruebas de cada *sprint* se recogió un *feedback* informal, pero este no fue incorporado de manera significativa debido a restricciones en la planificación. Como consecuencia, aspectos clave de la UX en el entorno virtual no fueron adecuadamente evaluados ni optimizados.

Concretamente se busca implementar *feedback* de los usuarios obtenidos en instancias como la Nerdomicon, Puertas Abiertas de la UTFSM y la misma FESW. Este *feedback* informal pasará a ser una **base** para construir cambios y realizar mejoras que no afecten al **contenido multimedia** de la versión original, si no a la forma de ver, interactuar o usar este contenido. Los tópicos importantes/comunes que se consideraron en el *feedback* obtenido previamente son:

1. Implementación de más formas de controlar al personaje, incluyendo el movimiento y el giro de cámara.
2. Mejorar la forma de ver y usar los paneles con texto
3. Corregir el atajo para volver al Lobby
4. Mejorar la forma de recordar los controles
5. Mejorar la estructura del Lobby
6. Esclarecer una posible ruta u objetivos en el recorrido
7. Mejorar el tutorial
8. Corregir el orden visual de algunos objetos (capas)
9. Corregir el menú flotante de ajustes

Para diseñar adecuadamente los cambios, primero se requiere conocer los conceptos más relevantes de la UX en VR y categorizar los tópicos del *feedback* previo. Con el fin de poder complementar el diseño, se usará una estructura de 3 *sprints*, distribuyendo tanto la carga de desarrollo como las pruebas.

1.4 Objetivos

Por lo tanto, el **objetivo general** es diseñar una guía para mejorar la experiencia de usuario en el recorrido de ambientes virtuales 3D para MUVEC usando técnicas centradas en personas. Para esto, definiremos los objetivos específicos como:

- Seleccionar, mediante evaluaciones con usuarios, aspectos y elementos relevantes del proyecto MUVEC para ser rediseñados.
- Rediseñar MUVEC para que disminuya los tiempos de adaptación y mejore la UX dinamizando el recorrido de ambientes virtuales 3D.
- Evaluar la experiencia usuaria del rediseño de MUVEC.

En los siguientes capítulos se definirá el marco teórico mencionando conceptos claves y aspectos relevantes a la hora de diseñar cambios enfocados en la UX de proyectos de VR, así como las herramientas más comunes y recomendadas para evaluar los nuevos diseños. En el posterior capítulo se abordará la propuesta de solución, la cual se ampliará utilizando una planificación de trabajo iterativa, y se categorizarán los cambios según los conceptos vistos en el marco teórico. El capítulo 4 hablará del tipo de pruebas elegidas y la estructura de estas. Seguido de un capítulo dedicado al análisis de los resultados en base de **mediciones, encuestas e impresiones** del usuario en la **entrevista final**. Para finalizar se tendrá el capítulo con las conclusiones más relevantes sobre los cambios realizados, los conceptos de VR más influyentes en los usuarios y los trabajos a futuro.

2 Marco teórico

El foco principal de esta memoria es **evaluar el recorrido del entorno virtual de MUVEC y los efectos en los usuarios tras realizar cambios enfocados en UX**, mediante la implementación y comparación de dos

versiones del mismo proyecto: una versión original y la versión final construidas a partir del *feedback* previo y posteriores instancias de prueba.

Las modificaciones se realizarán sobre los elementos presentes en MUVEC de las categorías control del jugador, ambientación, interacción e información vistas en la **Tabla 2**. A su vez, determinar si los cambios a estos elementos influyen en los tiempos de adaptación y mejora de UX. Se quiere corroborar que las categorías de los elementos a cambiar coincidan con los aspectos que diversos estudios han demostrado que afectan directamente a la UX en VR. El análisis se apoyará en metodologías de evaluación combinadas, para obtener una visión integral del impacto de estas modificaciones.

2.1 Conceptos Claves

2.1.1 Experiencia de usuario en la Realidad Virtual

La Realidad Virtual se define como una tecnología que permite a los usuarios interactuar con entornos tridimensionales generados por computador en tiempo real, usando dispositivos como el *headset*, controladores hápticos y sensores de movimiento [4]. Otros autores lo definen como “la ilusión de estar en un mundo sintético que está separado y es diferente del ambiente actual” [5]. La experiencia de usuario (UX) hace referencia a la percepción y respuestas del usuario al interactuar con un producto o sistema [6]. En los sistemas de VR esta experiencia es multifacética, influenciada por factores **técnicos** (como fidelidad, coherencia y realismo), **psicológicos** (como la presencia y el flujo), y **emocionales** (como el sentido de “estar allí”) [4] [7].

La **inmersión** es uno de los pilares fundamentales de la VR [4] [8], entendida como la capacidad del sistema para aislar al usuario del mundo físico y sumergirlo en un entorno virtual coherente y envolvente [4], haciendo que las personas interpreten una pertenencia espaciotemporal del mundo en el que están [5]. El nivel de inmersión está directamente influenciado por factores como la **calidad visual**, la **respuesta del sistema**, el **realismo perceptual**, y las **formas de interacción permitidas**. Estos aspectos afectan significativamente la UX.

La **interactividad** es el grado en que el usuario puede manipular elementos del entorno, como mover objetos o activar funciones. A mayor interactividad, **suele aumentar la inmersión y la satisfacción** [8]. Sin embargo, la respuesta del usuario varía según la edad: usuarios jóvenes tienden a explorar activamente, mientras que adultos mayores prefieren interfaces más guiadas y convencionales para evitar errores [8].

Los **modos de control** se refieren a las formas en que los usuarios se desplazan e interactúan dentro del entorno. Los métodos más comunes son el **teletransporte**, el **uso de joystick** y el **movimiento físico** en el espacio real. También se observó que la falta de estandarización en los controles entre aplicaciones afectaba negativamente la experiencia general [8].

2.2 Evaluación de UX en VR

La evaluación de UX en VR plantea desafíos debido a su naturaleza inmersiva y que presenta dimensiones extra en comparación con una interfaz de usuario tradicional. Una de las categorías de los métodos de evaluación son los **métodos actitudinales** los cuales pueden ser cuestionarios post-experimento, entrevistas y *think-aloud*, y permiten explorar las percepciones, preferencias y emociones del usuario.

En lo que respecta a herramientas de evaluación, se pueden considerar dos factores para definir cual ocupar, y estos son la complejidad y el costo, pero gracias a la literatura especializada [7] podemos encontrar que es recomendable usar **cuestionarios**, **entrevistas** y **modelos de tareas**.

En lo que respecta al tipo de cuestionario, en [9] se creó el cuestionario *Virtual Reality System Usability Questionnaire* (VRSUQ) basado en *System Usability Scale* (SUS). Este cuestionario cual mide la usabilidad en



las dimensiones de efectividad, eficiencia y satisfacción con 9 preguntas. El puntaje calculado con el VRSUQ es comparable al puntaje obtenido mediante un SUS [9].

3 Propuesta de solución

La propuesta de solución se construyó a partir del *feedback* previo y se fue complementando con los resultados de pruebas iterativas.

Con el *feedback* previo ya hay un listado de tópicos que se desean cambiar y son los mismos mencionados en los problemas de MUVEC, la **Tabla 3** detalla cada uno de los tópicos. Para cada uno, se revisó si este puede coincidir con alguno de los aspectos críticos de la UX en VR vistos en el capítulo anterior y los cambios se enfocaron en corregir los problemas en base al aspecto que los contiene.

Tabla 3. Tópicos encontrados el *feedback* previo categorizados por aspecto de UX en VR

Nº	Tópico	Motivo	Aspecto relacionado
1	Implementación de más formas de controlar al personaje dentro del proyecto, incluyendo el movimiento y el giro de cámara.	Dependiendo de la experiencia del usuario con VR, este presentaba preferencia en la forma de controlar su avatar virtual.	Modos de control
2	Mejorar la forma de ver y usar los paneles con texto	Algunos usuarios presentaban problemas a la hora de ver paneles con un texto muy compacto.	Interactividad
3	Corregir el atajo para volver al lobby	Los usuarios accidentalmente ocupaban el botón para accionar el atajo, y este los teletransportaba instantáneamente al Lobby.	Modos de control
4	Mejorar la forma de recordar los controles	La mayoría de los usuarios con menor experiencia en VR presentaban problemas para recordar los controles.	Modos de control / Soporte Informativo
5	Mejorar la estructura del Lobby	La impresión de algunos usuarios sobre la información y estructura del Lobby era variada, pero coincidía en que era muy pequeña y contaba con una señalización pobre.	Inmersión
6	Esclarecer una posible ruta o metas en el recorrido	Los usuarios solían comentar estar un poco perdidos en dos momentos particulares del recorrido, en el inicio y el final.	Interactividad/ Inmersión
7	Mejorar el tutorial	La zona exterior que tenía como propósito acostumbrar a los usuarios a los controles, perdía su propósito cuando los usuarios entraban al museo sin ver los paneles.	Interactividad / Inmersión / Soporte Informativo
8	Corregir el orden visual de algunos objetos (capas)	Algunas imágenes se presentaban delante de otras cuando no debían.	Soporte Informativo
9	Corregir el menú flotante de ajustes	El menú de ajustes molestaba a los usuarios por la posición en la que aparecía, siguiendo la cámara del jugador en todo momento, además de presentar dificultades para ver los controles en una pestaña que costaba encontrar.	Soporte Informativo

3.1 Modos de Control

Uno de los aspectos que se revisó en primera instancia es **Modos de Control**, que coincide con la categoría de elementos llamada **control de jugador** de la **Tabla 2**. Esto debido a que este aspecto es mencionado frecuentemente en el *feedback* previo por los usuarios más experimentados en VR y por ser un componente que generaba dudas en los usuarios menos experimentados. El motivo de revisar primero este componente es que los cambios enfocados en este aspecto deberían afectar todo el recorrido del museo y no en secciones particulares.

Movimiento

El movimiento por defecto se mantuvo en uno constante, pero se añadió otro tipo de movimiento ajustable dentro del menú de ajustes. Este nuevo movimiento es *Point & Teleport*, el cual es del tipo instantáneo (ver **Figura 1**). Para mantener consistencia en el uso de los controles, ambos movimientos ocupan el **análogo del control izquierdo**, y funcionan de la siguiente manera: una vez que el usuario incline hacia delante el análogo del control izquierdo, se lanza un rayo en arco que marca un punto en el suelo. Al soltar el análogo, se efectúa el teletransporte hacia ese punto, manteniendo la misma rotación que presentaba el usuario al inicio de la acción.

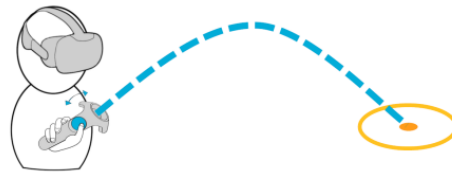


Figura 1. Movimiento *Point & Teleport* del tipo parabólico

Fuente: Imagen modificada de [10]

Rotación

Para la rotación del jugador, la configuración por defecto sigue siendo la instantánea en 45° , y se añadieron dos nuevas rotaciones, una **instantánea en 30°** y otra **constante (o suave)**. La opción de 30° está pensada para los usuarios que suelen utilizar menos los giros físicos de cabeza y que se orientaban solo con la rotación del avatar virtual, esto les da una opción más controlada que el giro en 45° , el cual causaba que los usuarios perdieran la orientación si se usaba muchas veces. Por otro lado, la rotación constante va girando suavemente la cámara del usuario mientras incline el análogo. Este cambio está pensado para la gente más acostumbrada a la VR y videojuegos en general. El usuario es libre de elegir en cualquier momento que tipo de rotación quiere en el menú de ajustes. Luego del *sprint 2* se añadieron velocidades para el giro constante.

Control de interacción

Se realizó un cambio del botón que se ocupa para interactuar, esto debido a que los usuarios con menor experiencia presentaban problemas a la hora de recordar los botones. Para mantener consistencia con los usuarios con más experiencia, se cambió del botón B del control derecho al *Trigger* ubicado en la parte posterior del control, a modo de gatillo como lo indica su nombre (ver **Figura 2**). La nueva ubicación corrige el hecho de tener que utilizar el dedo pulgar para los botones de interactuar y correr (botón A), además de mantener la consistencia en los controles de los menús de VR fuera del museo.

Control de atajos

Dentro del museo existe un atajo que permite volver a la sección del Lobby accionando el botón X del mando izquierdo, el cual una vez apretado teletransporta de forma inmediata al usuario a esta sección. El problema que tenían los usuarios era apretar de forma accidental este atajo, ya que con solo presionar el botón una vez bastaba con accionar el teletransporte. Para corregir esto, el atajo ahora requiere de mantener presionado el botón durante un breve periodo de tiempo, y si se suelta, se cancela la acción. Para ayudar a entender al usuario de forma visual que está realizando el atajo, se agregó un símbolo que aparece cuando se está pulsando el botón, indicado con un texto de “volviendo al Lobby” junto con una barra que se va rellorando hasta completar la acción. Este se puede apreciar al final del **Anexo 2**.

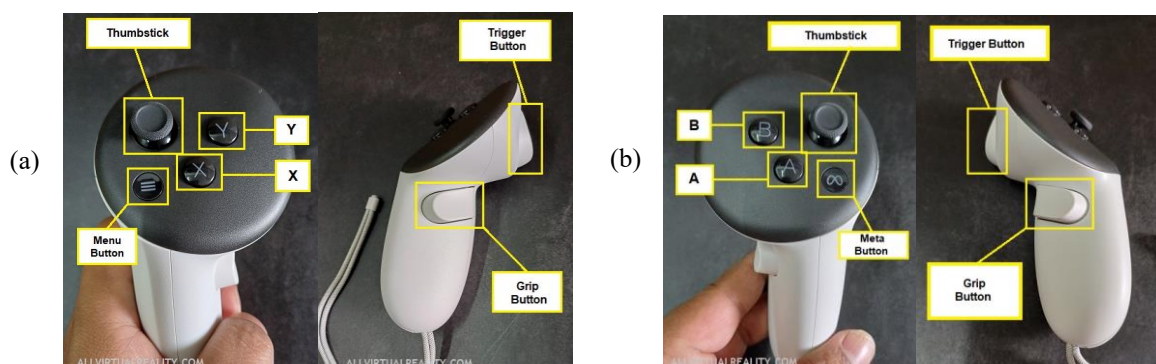


Figura 2. Botones de los controles izquierdo (a) y derecho (b) de Meta Quest 3

Fuente: All Virtual Reality [11]

3.2 Interactividad

3.2.1 Misiones opcionales

Para abordar la implementación de rutas o metas en el recorrido (**tópico 6** de la **Tabla 3**) se añadió en el museo un panel que se active al interactuar con un botón flotante cerca del dorso de la muñeca de la mano izquierda, similar a la ubicación de un reloj como se muestra en la **Figura 3**. Este panel cuenta con cinco misiones opcionales, una para cada sección principal del museo: revisar los dos primeros hitos de la Línea de Tiempo, identificar el juego favorito de Juan Pablo Lastra en Personas de la Industria, entrar en el mundo de *Rock of Ages*¹ en Mundo Inmersivo, observar el corgi (personaje del videojuego) central de Protocorgi² en Making-of y escuchar comentarios de expertos sobre composición musical en la sección Industria. Estas misiones se detallan en la **Tabla 4**. No se tiene la intención de que las misiones sean complicadas de completar, ya que se espera que esta adición cumpla con el propósito de **crear metas** que el usuario puede completar dentro del museo y servir de motivación para explorar las secciones.

Tabla 4. Misiones opcionales del museo.

Misiones	Requisito
Revisa los primeros 2 hitos de la Línea de Tiempo	Interactuar con los atriles de lectura de la fecha 1980 y 2004 en cualquier orden.

¹ Videojuego creado por la empresa *indie* ACE Team y publicado en el año 2011.

² Videojuego creado por la empresa *indie* Kemono Games y publicado en el año 2020.

Encuentra el juego favorito de Juan Pablo Lastra en Personas de la Industria	Interactuar con el panel cercano al apartado de Juan Pablo Lastra donde se encuentra los “datos curiosos” del mismo.
Entra en el mundo de <i>Rock of Ages</i> en Mundo Inmersivo	Entrar en el portal de la sección de <i>Rock of Ages</i> que se encuentra en el primer piso de la sección del ascensor.
Revisa el corgi central de Protocorgi en Making-of	Interactuar al menos una vez con el corgi que se encuentra en el centro de la sección Making-of
Escucha los comentarios de composición musical de expertos en Industria	Interactuar con el botón de reproducir en el video titulado “Comentarios de composición musical”

Para la misión de la sección Making-of se agregó una interacción a una imagen de un corgi ubicado en el centro de la habitación. Al interactuar con esta imagen, el corgi comienza a volar en bucle alrededor de la sala emitiendo un sonido 3D con una de las canciones del videojuego, esto incentiva a que el usuario pueda recorrer la sección al intentar seguir el objeto flotante.

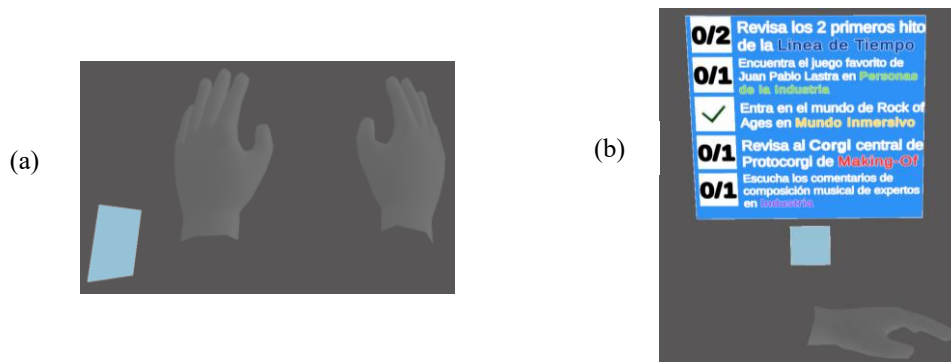


Figura 3. (a) Ubicación del panel de objetivos y (b) señalización con respuesta visual

Fuente: Elaboración propia

Atril de lectura

Para mejorar la forma de ver y usar los paneles con texto (**tópico 2** de la **Tabla 3**), se cambió la apariencia de los atriles de lectura para que puedan ajustar de mejor forma el tamaño del texto y facilite lectura, cambiando además el ángulo necesario para revisar el contenido. El nuevo atril tiene forma de columna cilíndrica adornada con una esfera interactuable, este proyectará desde 1 a 3 paneles (ver **Figura 4 (a)**). El usuario puede moverse entre segmentos con flechas a los costados de cada panel al igual que en la versión inicial del atril. La esfera sirve como pista visual para hacer entender al usuario que puede interactuar con ella, ocupando los mismos colores que representan la interacción de un objeto (celeste/azul), además de utilizar en el centro el icono más reconocible de “información”. Agregado a esto, se añadió una función de narración en algunos atriles, al interactuar con un icono de sonido empieza a sonar un audio en 3D que narre el contenido del atril.

Paneles flotantes

Los paneles flotantes generalmente contienen imágenes y algún título que represente al contenido. Al interactuar con este tipo de panel la imagen cambiaba a la siguiente, pero una gran parte de los usuarios no podían distinguir si era una imagen estática o si realmente podían interactuar con este elemento. Además, no sabían realmente la cantidad de imágenes que contenía el panel.

Se modificó la parte inferior del panel agregando pequeños botones circulares que representan la cantidad de imágenes. Estos botones también ayudan a indicar la posición de la imagen que se esté viendo (ver **Figura 4**

(b)). Por lo que ahora se puede interactuar tanto con el panel como con los botones para ver la siguiente imagen de su orden.

Reproductor de videos

Al reproductor de videos se le cambió el tamaño y color de la barra inferior y de los botones de pausa y reproducir, además de añadir un borde para distinguirlo como un elemento propio e interactivo (ver **Figura 4 (c)**). Se corrigieron además errores que causaban que un video se duplicara en otro reproductor dentro de una misma sala.



Figura 4. (a) Nuevo atril de lectura general con 2 paneles, (b) panel de imágenes y (c) reproductor de videos

Fuente: Elaboración propia

3.3 Inmersión

Si bien hay muchos factores que afectan la inmersión del usuario, nos centramos en aspectos ambientales, es decir la estética y coherencia visual del entorno. Particularmente para mejorar las estructuras del lobby y tutorial (**tópicos 5 y 7 de la Tabla 3**) se trabajó con las secciones **Lobby** y **Zona Exterior** respectivamente, realizando cambios enfocados en aumentar la sensación de ambientación.

Ambientación del Lobby

La estructura de esta sección generaba la impresión de ser pequeña si se compara con del museo visto desde fuera en la Zona Exterior. Para esto se amplió la estructura, pero manteniendo el diseño de ruta, es decir, habrá una recepción frente a la entrada y tendrá caminos hacia la izquierda y derecha. Se añadió un pequeño muro a plena vista desde la entrada del museo que se ocupará más adelante (ver **Figura 5 (a)**).

Ambientación de la Zona Exterior

Esta sección presentaba un espacio reducido, además de encontrarse “lejos” del edificio del museo. Para esto, el área se expandió y tiene una forma similar a un rectángulo, los bordes del área son delimitados por decoraciones, como arbustos (ver **Figura 5 (b)**). Algunas decoraciones de esta zona se son, paradero de buses, arboles, y postes de señales, que cumplen con una función decorativa e informativa. Si bien el elemento interactivo del portal no forma parte de una sensación realista, este ayuda en el contexto del museo para navegar entre secciones. Para ayudar en la inmersión se reubicaron los dos portales al final de esta sección. El portal de entrada se ubicó cerca del museo y el de salida al otro extremo, cerca de la calle. Esto ayudará a que los usuarios no salgan accidentalmente al probar los controles.

Ambientación de la sección Industria de Videojuegos

La sección Industria de Videojuegos está dividida en 5 subsecciones. Por esto, se amplió el tamaño de la estructura general para tener más espacio. También se cambiaron los colores de las paredes y separadores a un tono morado para mantener la consistencia con el color utilizado para representar la sección (ver **Figura 5 (c)**). Se corrigieron además problemas que causaban que las luces parpadearan.

Ambientación de la sección Ascensor

Luego del *sprint 2* se construyó una nueva estructura con la misma cantidad y orden de los pisos. Se eliminó la forma cilíndrica, notándose ahora los bordes de la estructura, y la ubicación del ascensor ahora está en una de las paredes, en vez de estar en medio de la sección. En el primer piso, el área ocupada por Rock of Ages pasa a estar ubicada en una pequeña área cerca de las paredes.

En la versión original, algunas salidas no estaban a plena vista desde el ascensor, por lo que ahora desde la entrada de la sección y desde el ascensor se ve cada una de las rutas o salidas disponibles.

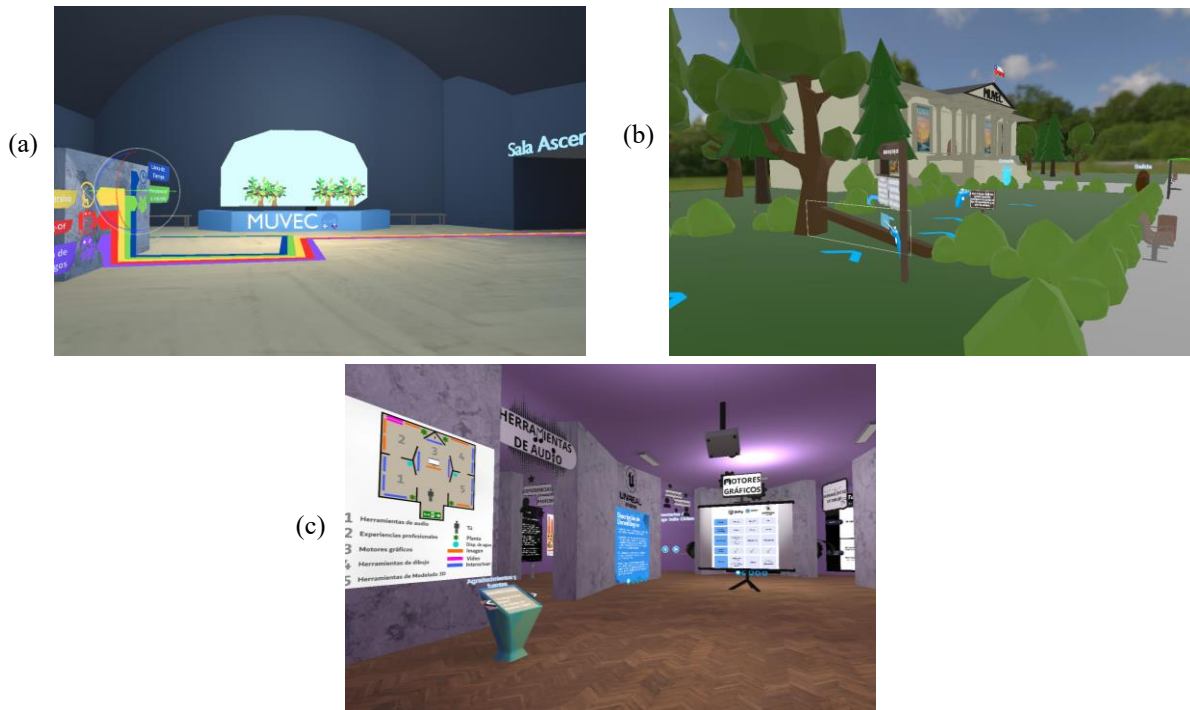


Figura 5. Nuevas secciones (a) del Lobby, (b) Zona Exterior e (c) Industria de Videojuegos

Fuente: Elaboración propia

Ambientación de otras secciones

Se realizaron cambios leves en el uso de colores de las secciones **Personas de la Industria** y **Making-of**, y se corrigió un problema en la superposición de los audios en **Mundo Inmersivo**.

3.4 Soporte Informativo

Los cambios para mejorar la forma de recordar los controles, corregir el menú de ajustes y arreglar el orden visual de algunos objetos (**tópicos 4,8 y 9** de la **Tabla 3**) están relacionados con el **Soporte Informativo**. Los elementos presentes en este aspecto serán las ayudas, instrucciones y señalizaciones que faciliten al usuario en



comprender como utilizar el entorno, que lo ayuden a orientarse y navegar. Estos elementos pueden pertenecer al aspecto de **Inmersión** si es que la forma de presentarlos ante el usuario logra camuflarlos como algo natural del ambiente.

3.4.1 Cambios generales

Menú de ajustes

Para corregir el menú de ajustes (**tópico 9** de la **Tabla 3**) y ayudar en el recordatorio de los controles (**tópico 4** de la **Tabla 3**) se cambió la ubicación del menú y la distribución de la información. En primera instancia se agregaron dos configuraciones correspondientes a las nuevas propuestas de control de movimiento y rotación del jugador. En la versión original, este menú, una vez abierto seguía la cámara del jugador de forma constante estando siempre “frente al jugador”. El nuevo menú aparece a una misma altura y sin moverse utilizando como referencia la orientación del usuario **en el momento que se presiona el botón** para abrir el menú, similar a como funciona la interfaz principal de los Meta Quest. La pestaña para ver los controles también generaba problemas, ya que este se habilitaba con un botón de la parte superior del menú, estando demasiado escondido como para ser útil. La ayuda de controles ahora está presente en ambos costados laterales del menú, cada uno correspondiente al mando izquierdo y derecho respectivamente. Luego del *sprint 1* se eliminó el botón de guardado del menú de ajustes para que los cambios se apliquen al instante en que se modifican, permitiendo visualizarlos y que se guarden correctamente entre secciones.

Títulos

Se agregaron títulos repartidos entre los elementos que necesiten uno para indicar su función o contexto. Las entradas y salidas que llevan a otra sección dentro del museo tendrán títulos que indicarán hacia dónde van y estarán en el marco de la entrada o sobre el portal. Los títulos que representen una **sección destacada** ahora tienen su **color característico**, mientras que el resto de los títulos tienen el **color celeste** de MUVEC.

Ejemplos: **títulos** “Ascensor”, “Lobby” y “Sala N” (para las secciones Línea de Tiempo y Personas de la Industria que cuentan con **sala 1 y 2**). Se agregaron títulos a los **reproductores de video** y al **panel de noticias**. Después del *sprint 1* se añaden títulos de “Ascensor” y “Lobby” a las dos salidas presentes en el primer piso de la sección Ascensor y luego del *sprint 2* se cambió la forma de indicar el piso actual a una más visible y ubicada en el centro de la misma sección.

Visualización

Los cambios en la visualización son la correcta posición, tamaño y rotación de elementos que el usuario necesita ver o utilizar. Entre los elementos afectados están los que representa los años de cada hito en la sección Línea de Tiempo. Estos eran pequeños y con un ángulo que el usuario no notaba en la versión original.

La sección del Mundo Inmersivo cuenta con un botón para salir y no un portal, ya que el usuario está viendo un video en 360° y se le bloquea el control de movimiento. Este botón estaba ubicado en el suelo y causaba que los usuarios no pudieran encontrarlo, por lo que se elevó el botón para que esté a plena vista una vez el usuario entra en la sección. Se cambió la ubicación del título “Contenido Descartado” de la sección Making-of. Luego del *sprint 1* se agregó una plataforma semitransparente para combatir el *cybersickness*, el cual es un fenómeno fisiológico que se manifiesta con síntomas similares al mareo por movimiento. Este fenómeno lo presentaban algunos usuarios al no tener un punto de apoyo al mirar hacia abajo. Luego del *sprint 2* se modificaron los colores, tamaño y ubicación del panel para seleccionar el piso dentro del ascensor, estando ahora a plena vista a mano izquierda.

3.4.2 Cambios específicos de secciones

Zona Exterior

Para mejorar el tutorial (**tópico 7** de la **Tabla 3**) se cambiaron las ayudas de la Zona Exterior. La idea es que el usuario se acostumbre a los controles antes de entrar al museo, pero esto en ningún momento se verificaba ya que dependía del tiempo del usuario. Para esto, la nueva Zona Exterior cuenta con **3 postes de señales**. El

primero ubicado frente al punto de aparición del usuario cuenta con **información del control de movimiento**, ayudado de una imagen de referencia del control, la cual refleja el uso del análogo al mismo tiempo que el usuario usa el control. Un poco más adelante está el segundo poste de señal que cuenta con **información sobre el control de rotación** y el tercero tiene **información sobre el control de interacción**. Este último está ubicado cerca de un **elemento interactivo** representado por un tronco caído de un árbol. Este último elemento sirve de ejemplo para la interacción además de ser utilizado para verificar la correcta comprensión de cómo usar el control para apuntar e interactuar.

Inmediatamente después del elemento interactivo se encuentra una señal que indica que el usuario puede cambiar las configuraciones de movimiento y rotación, así como el resto de las características del usuario disponibles, como velocidades, volúmenes, etc. Por último, los portales de esta sección cuentan con una señalización en formato texto sobre cada uno para indicar si es una entrada o salida.

Lobby

La señalización del Lobby generaba confusiones en los usuarios ya que el mapa de señales con colores se encontraba en un punto ciego desde la entrada del Lobby. Anteriormente, se mencionaron cambios en la Inmersión del Lobby, incluyendo la creación de un muro a plena vista, este se ocupa para colocar el mapa de señales y *wayfinding*, que es el conjunto de técnicas y procesos utilizados para ayudar a las personas a navegar y orientarse en entornos desconocidos [12]. Se utilizaron iconos, títulos y colores distintivos para guiar a las secciones importantes.

Industria de Videojuegos

En la sección Industria de Videojuegos se cambió el mapa que indicaba las subsecciones por uno que distinga mejor la posición del usuario, el contorno de la sección y subsecciones, y los tipos de elemento interactivos y decorativos, este mapa se puede ver en el **Anexo 2**. Finalmente se agregaron imágenes a modo de títulos que sean llamativos en las entradas de cada subsección, esto para ayudar a distinguir cada una sin la necesidad guiarse por lo elementos que contiene.

Ascensor

Tras las pruebas de los *sprints* 1 y 2 se encontró que los usuarios se desorientaran en esta sección, llegando a dar vueltas por la misma zona sin saber dónde ir. La entrada de cada piso ahora cuenta con la continuación de las tres señales de colores del Lobby correspondientes a su sección (Mundo Inmersivo, Making-of o Industria), y si es que un color coincide con el piso, este genera un punto final en el centro mientras que el resto de las líneas siguen hasta el ascensor.

3.5 Planificación del desarrollo

Para poder desarrollar los cambios, se dividió el desarrollo del proyecto en *sprints*. Cada etapa tuvo una cantidad de cambios que fue disminuyendo a medida que se acercaba la versión final. Esto quiere decir que el *sprint 1* tuvo más carga de trabajo que el resto. Al finalizar los *sprint 1* y *2* se realizaron pruebas con usuarios para obtener *feedback* de los cambios y al finalizar el *sprint 3* se realizaron pruebas que se detallan más adelante. El motivo de esta planificación es que los cambios más importantes se desarrollaron en los primeros *sprints*, permitiendo que se evalúen constantemente en las posteriores pruebas. Los cambios hechos en esta memoria reflejan los problemas encontrados en el *feedback* previo, por lo que realizar pruebas en cada *sprint* otorgó información complementaria. Si los cambios hechos no lograron obtener buenos resultados con los usuarios, se agregaron modificaciones en los posteriores *sprints*.

En el *sprint 1* se realizaron la mayoría de los cambios de Modos de Control, Interactividad, Inmersión y Soporte Informativo. El *sprint 2* contó con un enfoque en los cambios de Soporte Informativo y se realizaron los cambios decorativos de Inmersión. En el *sprint 3* se realizaron los cambios pendientes y los cambios extras encontrados tras las pruebas de los *sprint 1* y *2*. Se detalla la planificación en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Planificación de cambios por *sprint*

	<i>Sprint 1</i>	<i>Sprint 2</i>	<i>Sprint 3</i>



Modos de Control	Movimiento <i>Point & Teleport</i> , giro de cámara constante y en 30° instantáneo.		Velocidades en giro constante.
Interactividad	Panel de misiones opcionales, nueva apariencia de atril de lectura y panel flotante. Interacción con corgi de Making-of.	Respuesta visual al completar misiones opcionales, narración en atril de lectura y nuevo reproductor de videos.	
Inmersión	Nueva estructura de la Zona Exterior y Lobby.	Decoraciones en Zona Exterior y Lobby. Nueva estructura de la sección Industria.	Nuevos colores de sección Industria y corrección de luces. Nueva estructura de la sección Ascensor.
Soporte Informativo	Nuevo menú de ajustes y postes informativos en Zona Exterior	Nueva ubicación y apariencia del mapa de señales de Lobby. Títulos para las entradas/salidas de secciones Lobby, Línea de Tiempo y Personas. Títulos para reproductor de videos y panel de noticias. Cambios de Visualización. Títulos para la entrada/salida del primer piso de sección Ascensor Señalización de colores para para cada piso de sección Ascensor. Plataforma de Mundo Inmersivo.	Títulos para entradas/salidas de cada piso de sección Ascensor. Títulos para entradas/salidas de secciones Making-of e Industria.

4 Pruebas con usuarios

4.1 Diseño de pruebas

Para poder evaluar los cambios y comprobar si se mejoró la UX del recorrido se utilizaron **pruebas exploratorias con enfoque *within-subjects***, esto quiere decir que un mismo grupo de usuarios probó libremente un conjunto de secciones de la versión original y final [13] del museo, con el fin de ayudar en la evaluación de preferencia de los usuarios sobre el recorrido general y mostrar cuales cambios son más relevantes para el usuario.

Se inicia la prueba en la sección Zona Exterior, indicándole al usuario que debe ingresar al Lobby después de **acostumbrarse a los controles** y que haya **cambiado todo lo que considere necesario del menú de ajustes**. Una vez dentro del Lobby, se seleccionan de dos a tres secciones principales de forma arbitraria y se le indica al usuario que debe **explorar** estas secciones, **revisar** el contenido e **interactuar** con los elementos que encuentre. Se le indica al usuario la existencia del panel con misiones opcionales en las pruebas de la versión final. La prueba concluye cuando el usuario ha entrado y salido de cada una de las secciones seleccionadas. En

la **Tabla 6** se puede ver las dos tareas que debe completar el usuario junto con las secciones y aspectos que involucra.

Tabla 6. Tareas de las pruebas

Nº	Tarea	Sección(es) involucrada(s)	Aspecto(s) involucrado(s)
1	Familiarizarse con los controles, personalizar la configuración según sus preferencias en el menú de ajustes y llegar a la sección Lobby	Zona Exterior, Lobby	Modos de Control, Soporte Informativo e Inmersión
2	Explorar, revisar e interactuar con los elementos que encuentre de las tres secciones elegidas.	Lobby, Ascensor, Línea de Tiempo, Personas, Inmersivo, Making-of, Industria	Interactividad, Inmersión y Soporte Informativo

Se tomaron **notas de las acciones del usuario dentro del proyecto**. De esta forma se logra recopilar datos del recorrido del usuario, la notoriedad y significancia de los cambios propuestos, y observar si el usuario utiliza los elementos de la misma forma en cada versión del proyecto.

4.2 Pre-encuesta

Antes de realizar cada prueba se dio el contexto de MUVEC, de que trata y sus motivaciones. Se le explicó al usuario que probará 2 versiones del proyecto, sin decir en que secuencia, y que recibirá instrucciones en momentos particulares de la prueba.

Después de la contextualización se le realizó una encuesta al usuario con las siguientes preguntas:

1. ¿Qué edad tiene, o en que rango de edad se encuentra? (niño, adulto joven, etc)
2. ¿Qué tanta cercanía tiene con la VR? (escala de 0 al 5).
3. ¿Qué tanta cercanía tiene con los videojuegos? (escala del 0 al 5)
 - a. ¿Qué plataformas suele ocupar principalmente? (Celular, Consola de videojuegos, Computador, VR)

4.3 Entrevista posterior a la prueba

Cuando el usuario terminaba de probar ambas versiones, se le preguntó si notó algún cambio, y si agregaría o quitaría algo de las versiones que probó. Se le pide al usuario una preferencia ocupando una **escala diferencial** desde el 0 hasta el 5 en ambas direcciones junto con los motivos de la decisión. El puntaje 0 representa una preferencia neutral, es decir, que el usuario piensa que las dos versiones son muy similares, mientras que el puntaje 5 representa una preferencia de la versión indicada.

Luego se le pidió al usuario que entregue sus **impresiones** sobre las secciones que visitó ayudado de una imagen. Las impresiones pueden ser cosas que le gustaron o no le gustaron, cosas que le llamaron la atención y sus sensaciones del uso de los elementos. Se puede ver el listado de preguntas en el **Anexo 3**.

4.4 Equipamiento y entorno de prueba

Las pruebas se realizaron ocupando un Meta Quest 3, tanto el *headset* como los dos controles y un audífono. Las versiones se ejecutaron en dos medios dependiendo de la estabilidad de la conexión Wi-Fi. Se utilizó la función Air Link³ cuando la conexión era estable y se usaron las versiones instaladas en formato *apk*⁴ en caso contrario. Para ejecutar y exportar los proyectos se utilizó un notebook Asus Rog Strix G16, procesador Intel i9 y tarjeta gráfica NVIDIA GeForce RTX 4060 Laptop con el motor de videojuegos Unity versión 2022.3.40f1.

³ Función de los dispositivos Meta Quest que permite conectar dispositivos compatibles al VR mediante el uso de Wi-Fi.

⁴ Android Package Kit, formato de archivo utilizado por el sistema operativo Android para la instalación de aplicaciones.

Una prueba fue realizada de forma telemática y se ocupó un Meta Quest 2 con las versiones exportadas en formato *apk*.

4.5 Participantes de las pruebas

Se realizaron pruebas con usuarios 6 de distintas edades, de entre 19 a 27 años. El 83% de los usuarios mencionaron **tener poca o ninguna cercanía con la realidad virtual**, lo cual refleja de cierta forma el público objetivo de MUEC, sirviendo a si de referencia para evaluar que tan intuitivos son los cambios y que tan difícil es acostumbrarse a los controles. 4 de los 6 usuarios comentaron tener cercanía con los videojuegos, y todos los usuarios ocupan al menos una plataforma. Esta distribución se puede ver en la **Figura 6**.

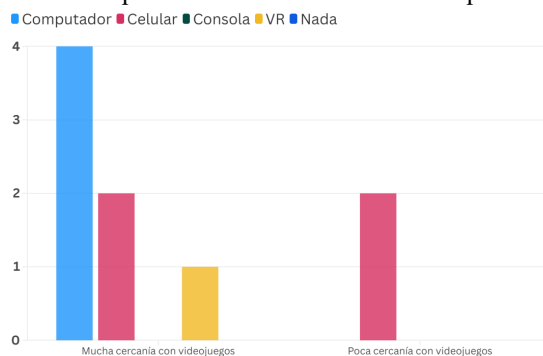


Figura 6. Distribución de tecnologías usadas por los usuarios

Fuente: Elaboración propia

5 Análisis de resultados

5.1 Resultados de las pruebas

Los usuarios realizaron las mismas tareas de familiarización de controles (**tarea 1**) y de exploración e interacción de elementos (**tarea 2**) en ambas versiones original y final. Los usuarios emplearon menos tiempo en las tareas de la versión original, pero tuvieron menor tasa de éxito comparado con la versión final. En la **Tabla 7** se pueden ver las mediciones de cada tarea según la versión probada.

Tabla 7. Mediciones de las tareas en cada versión

Tareas	Versión original		Versión final	
	Tiempo promedio [minutos]	Completado [usuarios]	Tiempo promedio [minutos]	Completado [usuarios]
Tarea 1	1.1	2	3.9	4
Tarea 2	7.5	3	11	5

Se realizó un *Virtual Reality System Usability Questionnaire* (VRSUQ) [9] a cada usuario sobre la versión final, las preguntas traducidas se pueden ver en el **Anexo 4**. Esta encuesta entregó un puntaje promedio de 71.3, indicando que el puntaje de la versión final del museo está sobre el promedio de 68 en escala SUS.

5.1.1 Resultados de las entrevistas

Los resultados de la entrevista parten con un puntaje de preferencia hacia alguna de las dos versiones (original o final) seguido de la evaluación en la distinción y utilidad de los cambios presentes en cada sección de la versión final.

El 83% de los usuarios reportaron que ambas versiones tenían una **diferencia en lo que respecta el uso del proyecto**. Esto es relevante debido a que los usuarios vieron el **mismo contenido multimedia** en las dos versiones. Utilizando el dato de preferencia hacia las versiones probadas, el cual utiliza una **escala diferencial** con un puntaje máximo de 5 hacia alguna versión y un puntaje 0 en el centro, se logra obtener un valor que vaya exclusivamente hacia una versión u otra, a excepción del puntaje 0 que es una preferencia neutra entre ambas versiones.

El puntaje indicó que los usuarios prefieren **la versión final** con un **valor promedio de 3.8**. Esto quiere decir que prefieren en un **88% más la versión final** que la versión original, y que de volver a probar el proyecto lo harían utilizando esta versión final. La **Figura 7** ayuda a ilustrar la preferencia de los usuarios ante las dos versiones.

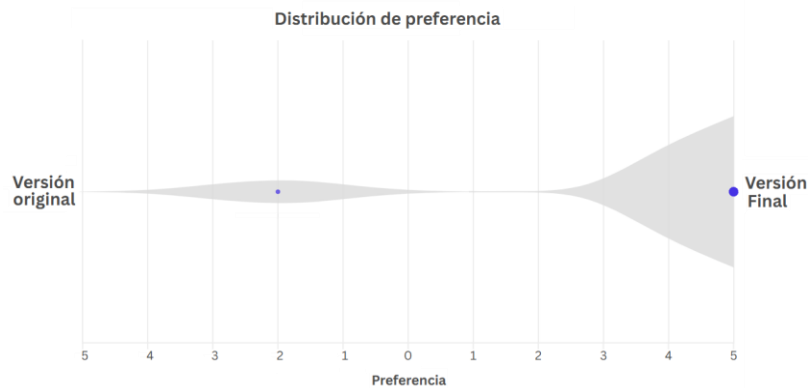


Figura 7. Distribución en la preferencia de las versiones probadas

Fuente: Elaboración propia

Zona Exterior

Las impresiones de los usuarios de esta sección y su tutorial son **mayoritariamente positivas**. Si bien la nueva zona era más extensa, a ningún usuario **le pareció tediosa**. El elemento interactivo obligatorio les pareció un **poco complicado** a 2 usuarios. Todos consideraron que **las instrucciones estaban bien ubicadas**, ya que se presentaban de forma secuencial. Las instrucciones las consideraron inmersivas “Los postes se mezclan con el entorno” (Usuario 2).

Lobby

A todos los usuarios le gustaron los cambios estructurales, pero 2 usuarios mencionaron que al ser tan amplio necesitaba más decoraciones. Les agradó el cambio en el mapa de colores, ya que ahora está a plena vista desde la entrada y señala mejor las rutas.

Cabe mencionar que en esta sección es donde se introduce el **panel de misiones opcionales** al usuario, esta incorporación generó **impresiones diversas**, con comentarios como “Te hace querer completarlos todos” (Usuario 2) y “No suelo hacer cosas que no sean obligatorias o que no tengan recompensas” (Usuario 5). Los usuarios que completaron las misiones opcionales (Usuario 1 y 2) mencionaron que su motivación para completar estas misiones fue principalmente por su naturaleza curiosa y metódica, mientras que el resto de los usuarios indicaron ser más casuales y necesitar una recompensa como motivación.

Línea de Tiempo

Los cambios de los **atriles de lectura** fueron bien recibidos, todos los usuarios lograron **interpretar el atril como un objeto interactivo**, generando una preferencia por la nueva versión. De igual forma, los nuevos **paneles de imágenes** recibieron comentarios positivos siendo recordados por 2 de los 3 usuarios que visitaron esta sección.



Personas

Los cambios más nombrados y mejor recibidos de esta sección fueron al **panel de imágenes**. Los cambios en Soporte Informativo e Inmersión de esta sección no fueron nombrados.

Ascensor

Los cambios de Inmersión y Soporte Informativo de esta sección fueron bien recibidos por todos los usuarios, indicando preferencia en la ubicación del ascensor y el uso de colores de la versión final.

Mundo Inmersivo

El cambio de la ubicación del botón de salida fue mencionado por 2 de los 3 usuarios que visitaron esta sección y fue bien recibido. La plataforma fue mencionada por los mismos 2 usuarios anteriores y tuvo comentarios positivos.

Making-of

Los cambios de Interactividad fueron los **más mencionados** y que **mayor valoración** recibieron, especialmente la **nueva interacción con el corgi** central, reflejando la utilidad de agregar contenido interactivo que aproveche las capacidades de VR. Los cambios de Inmersión fueron mencionados solo por 1 de los 3 usuarios que visitaron la sección.

Industria

Los de **Inmersión** y **Soporte Informativo** recibieron comentarios como “Me gusta mucho los títulos de cada parte” (Usuario 2), “Se agradece el aumento en el espacio” (Usuario 1). Estos últimos comentarios reflejan la importancia de una buena señalización y estructura inmersiva que estimule los sentidos del usuario en el ambiente virtual.

6 Conclusiones

En esta memoria se evaluó el impacto de modificaciones en elementos específicas de MUVEC según su aspecto relacionado; Modos de Control, Interactividad, Inmersión y Soporte Informativo, con el objetivo de mejorar la UX. A partir de las pruebas exploratorias con enfoque *within-subjects* se observó que la versión final fue preferida por la mayoría de los usuarios, quienes destacaron una experiencia más clara, fluida y orientada.

Los resultados permiten afirmar que cambios relativamente acotados como el rediseño de controles y la incorporación de ayudas visuales pueden tener un efecto positivo en la percepción de usabilidad y orientación de la experiencia virtual. Comprobando además que los cambios relacionados a la **Interactividad, Inmersión** y **Soporte Informativo** fueron los que aportaron en las impresiones de los usuarios. Sin embargo, se esperaba que los cambios en **Modos de Control** tuvieran un impacto mayor, pero estos afectaron en su mayoría a los usuarios más experimentados con VR.

Se recomienda para futuros trabajos ampliar la muestra de usuarios incluyendo más variedad en los niveles de experiencia con VR, probar el impacto de distintas magnitudes en cambios de Interactividad, tanto en cantidad de interacciones como tipos de interacciones. Se podría además probar la interacción y respuestas del usuario al utilizar un asistente virtual con IA. Siendo valioso estudiar cómo estas mejoras puedan influir en experiencias narrativas más complejas estudiando el *engagement*, flujo y aprendizaje en contextos virtuales.

Agradecimientos. Quiero agradecer a los integrantes de MUVEC por autorizar el uso del proyecto para esta investigación, al LabUX de la UTFSM del campus de Valparaíso y sus ayudantes por brindar acceso al espacio y tecnologías para realizar las pruebas, y a la profesora Claudia López por su paciencia, su tiempo y que gracias a sus clases de UX dentro de la UTFSM me inspiraron a realizar esta investigación. Se agradece al profesor



Raúl Monge y al MTI por brindar el formato de tesinas adoptado a memorias asociadas a los proyectos de la FESW.

Finalmente quiero agradecer a mi familia por brindarme su apoyo incondicional y motivarme con el desarrollo del proyecto, también quiero agradecer a mis amigos por estar disponibles cuando necesitaba de su ayuda.

Referencias

- [1] J. Carlos Cortizo, «Product Hackers,» [En línea]. Available: <https://producthackers.com/es/blog/industria-videojuegos/>.
- [2] S. Jarez, «Biobiochile,» 31 Octubre 2023. [En línea]. Available: <https://www.biobiochile.cl/noticias/ciencia-y-tecnologia/videojuegos/2023/10/31/el-desarrollo-de-videojuegos-en-chile-esta-generando-ingresos-anuales-de-16-millones-de-dolares.shtml>.
- [3] K. Schwaber y J. Sutherland, «Scrum Guides,» Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://scrumguides.org/index.html>.
- [4] P. P. Sampedro, V. Santos Andrade, R. Nucci Porsani, E. Zitkus y V. Valente, «Assessing User Experience in Immersive Virtual Reality Environment: A review of interconnected terms and meanings,» *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 2024.
- [5] C. K. Wan y C.-H. Chiu, «A process perspective of immersive virtual reality user experiences: Transition dynamics and mechanisms during gameplay,» *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 176, p. 103037, 2023.
- [6] S. Reema, «Investigating the Impact of Virtual Reality on User Experience,» *International Journal of Research Publication and Reviews*, vol. 4, nº 6, 2023.
- [7] M. García, S. Cano y F. Moreira, «User eXperience (UX) Evaluation in Virtual Reality (VR),» de *Information Systems and Technologies*, Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 207-215.
- [8] Z. Bohdanowicz, J. Kowalski, D. Cnotkowski, A. Kopacz y C. Biele, «UX in Virtual Reality. Qualitative Assessment Based on a Range of Applications,» de *Digital Interaction and Machine Intelligence*, 2021, pp. 101-113.
- [9] Y. M. Kim y I. Rhiu, «Development of a virtual reality system usability questionnaire (VRSUQ),» *Applied ergonomics*, vol. 119, 2024.
- [10] M. Funk, F. Müller, M. Fendrich, M. Shene, M. Kolvenbach, N. Dobbetin, S. Günther y M. Mühlhäuser, «Assessing the Accuracy of Point & Teleport Locomotion with Orientation Indication for Virtual Reality using Curved Trajectories,» *CHI '19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1-12, 2019.
- [11] A. Daniel, «All Virtual Reality,» 31 Diciembre 2024. [En línea]. Available: <https://allvirtualreality.com/tutorials/how-use-touch-plus-controllers-meta-quest-3.html>.
- [12] E. Romero, «INESEM,» [En línea]. Available: <https://www.inesem.es/revistadigital/disenio-y-artes-graficas/wayfinding/>.
- [13] Dovetail Editorial Team, «Dovetail,» [En línea]. Available: <https://dovetail.com/research/within-subjects-design/>.

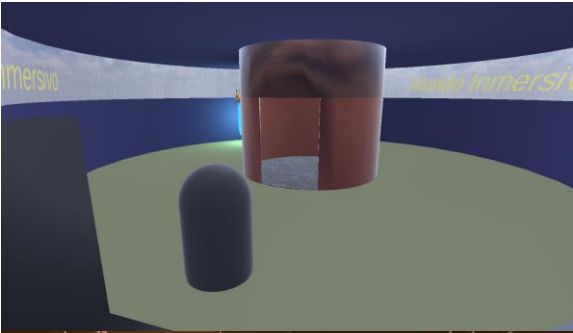


Anexos

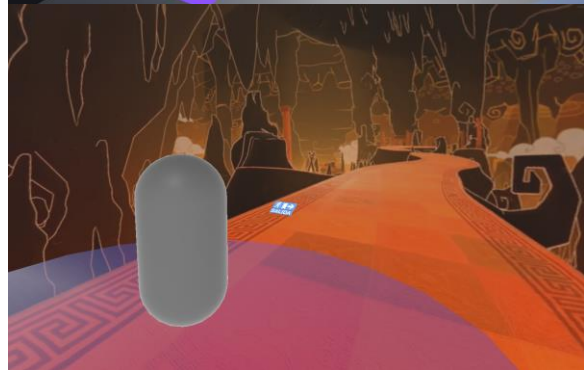
Anexo 1 – Secciones de la versión base y versión final

	Versión base	Versión Final
Sección Zona Exterior		
Sección Lobby		
Sección Línea de Tiempo		
Sección Personas		

**Sección
Ascensor**



**Sección
Mundo Inmersivo**



**Sección
Making-of**



**Sección
Industria**



Anexo 2 – Algunos elementos de la versión base y versión final

	Versión base	Versión Final
Menú de ajustes		
Atril de lectura		
Reproductor de videos		
Mapa de la sección Industria		
Visual de atajo e información de movimientos	<p>No existe</p>	



Anexo 3 – Preguntas entrevista final

(Ayudado de imágenes de referencia de las secciones vistas)

1. Zona Exterior
 - a. ¿Qué puede comentar de la ambientación?
 - b. ¿Fue complicado o tedioso el paso por esta sección?
 - c. ¿Qué opina sobre la información vista?
2. Lobby
 - a. ¿Qué puede comentar de la ambientación?
 - b. ¿Fue complicado encontrar las rutas a las secciones principales?
3. Línea de Tiempo
 - a. Cuéntame sobre los elementos que vio
 - b. Cuéntame sobre los elementos con los que interactuó
 - c. (Versión Final) ¿Qué opina de las misiones opcionales?
4. Personas
 - a. Cuéntame sobre los elementos que vio
 - b. Cuéntame sobre los elementos con los que interactuó
5. Ascensor
 - a. ¿Qué puede comentar de la ambientación?
 - b. ¿Fue complicado encontrar las rutas a las secciones principales?
 - c. ¿Qué opina sobre la información vista?
6. Inmersivo
 - a. Cuéntame sobre los elementos con los que interactuó
7. Making-of
 - a. Cuéntame sobre los elementos que vio
 - b. Cuéntame sobre los elementos con los que interactuó
 - c. ¿Qué puede comentar de la ambientación?
8. Industria
 - a. Cuéntame sobre los elementos que vio
 - b. Cuéntame sobre los elementos con los que interactuó
 - c. ¿Qué puede comentar de la ambientación?
 - d. ¿Qué opina sobre la información vista?



Anexo 4 – VRSUQ traducido

1. El sistema respondió como se esperaba a mis manipulaciones, sin retrasos.
2. Creo que el sistema de realidad virtual entrega una retroalimentación clara a mis manipulaciones.
3. Cometí errores constantemente al usar el sistema de realidad virtual.
4. Pude entender claramente la información presentada en el entorno virtual.
5. Creo que el sistema es fácil de usar, fácil de aprender y está diseñado para que la mayoría de las personas se adapten fácilmente.
6. Creo que es fácil corregir los errores cometidos durante la experiencia de realidad virtual.
7. Disfruté de la experiencia de realidad virtual.
8. Sentí mareos o dolor de cabeza durante el uso de la realidad virtual.
9. Mientras usaba la realidad virtual, sentí cargas mentales como tensión, frustración y presión por el tiempo.