



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO DE
VIDEOJUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL

**Exploración de la música dinámica como elemento
narrativo para potenciar la inmersión emocional
en videojuegos de acción rápida**

PABLO ESCOBAR

Profesora Guía: LIZA JEGO

Memoria para optar al título de
Ingeniero en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual

Talca – Chile
Julio, 2026



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO DE
VIDEOJUEGOS Y REALIDAD VIRTUAL

**Exploración de la música dinámica como elemento
narrativo para potenciar la inmersión emocional
en videojuegos de acción rápida**

PABLO ESCOBAR

Profesora Guía: LIZA JEGO

Memoria para optar al título de
Ingeniero en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual

El presente documento fue calificado con nota: _____

Talca – Chile

Julio, 2026

Dedicado a todas las personas que me han acompañado y apoyado durante mi proceso académico, además de quienes ya no están para presenciar el logro de redactar este documento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a mi madre Paula Estay; mis hermanos Vicente Estay, Isidora Estay y Diego Escobar; amigos cercanos y profesores, especialmente a Liza Jago por apoyarme en todos los aspectos de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDOS

	página
Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Tabla de Contenidos	III
Índice de Figuras	VI
Índice de Tablas	VII
Resumen	VIII
 1. Introduucción	 1
1.1. Problema	2
1.2. Solución	2
1.3. Hipótesis	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
 2. Marco Teórico	 5
2.1. Inmersión y estado de flow	5
2.2. Música y Narrativa en los videojuegos	6
2.2.1. Narrativa en los videojuegos	6
2.2.2. Música y emociones	6
2.2.3. Música en los videojuegos	7
2.3. Música dinámica	8
2.4. Hack and Slash	8
2.5. Metodología Lean-Kanban	9
2.6. FMOD	9
2.7. FL Studio	10

3. Estado del Arte	11
3.1. Hades	11
3.2. Hollow Knight	12
3.3. Super Mario Galaxy	13
4. Metodología	14
4.1. Planificación del proyecto	14
4.1.1. Metodología empleada	14
4.1.2. Sprints y backlogs	15
4.1.3. Tablero Kanban	17
4.2. Desarrollo	17
4.2.1. Diseño Inicial	17
4.2.2. Cambios durante el Desarrollo	20
4.2.3. Producto final	20
4.3. Pruebas	22
4.3.1. Procedimiento general	22
4.3.2. Preparación	23
4.3.3. Realización	23
4.4. Evaluación de resultados	25
4.5. Carta Gantt	25
5. Experimentos	26
5.1. Procedimiento General	26
5.2. Sesiones Grupales	27
5.3. Sesiones Individuales	28
6. Resultados	30
6.1. Análisis Cuantitativo	30
6.2. Análisis Cualitativo	34
6.3. Interpretación	37
7. Conclusiones	39
7.1. Limitaciones del Estudio	39
7.2. Impacto de resultados	40
7.3. Trabajos futuros	40

Bibliografía	41
A: Game Design Document del proyecto	44
B: Videos de demostración de The Benchmark	45
C: Carta Gantt del proyecto	46
D: Cuestionario de satisfacción	47
E: Consentimiento informado	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
3.1. Hades. Logo.	11
3.2. Hollow Knight. Logo (Nintendo Switch 2)	12
3.3. Super Mario Galaxy. Logo	13
4.1. Tablero Kanban utilizando Trello.	17
4.2. Menú Principal de The Benchmark	21
4.3. Pantalla de juego de The Benchmark	22
4.4. Pantalla de resultados de The Benchmark	22
5.1. Sesión de prueba grupal realizada en el Laboratorio 2D de la Escuela de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual.	28
5.2. Sesión de prueba individual realizada en el Laboratorio 2D de la Es- cuela de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual.	29
6.1. Gráfico de medias de Estado Emocional	32
6.2. Gráfico de medias de Jugabilidad e Inmersión	33
6.3. Gráfico de medias de Música y Coherencia Emocional	33
6.4. Gráfico comparativo de respuestas tipo Valor Percibido	36

ÍNDICE DE TABLAS

	página
6.1. Descriptives	30
6.2. Test of Normality (Shapiro-Wilk)	31
6.3. Wilcoxon signed-rank test	31
6.4. Paired Samples T-Test	32

RESUMEN

En los últimos años la presencia de la música en los videojuegos se ha consolidado como una herramienta para enfatizar emociones bajo ciertos contextos narrativos [1, 2]. Esto se debe a fenómenos cerebrales como el contagio emocional, la anticipación musical por experiencias pasadas y la activación de redes neuronales que entrelazan acción, movimiento y emoción [3], por lo que la composición sonora debería considerarse tan vital en la pre-producción como el arte visual, pese a que habitualmente se le da relevancia recién en etapas finales del desarrollo [1]. Dentro de las formas de implementación sonora, destaca la música dinámica: un sistema que se adapta en tiempo real según las acciones del jugador o del estado del juego, con el fin de intensificar la inmersión emocional del jugador [1]. Sin embargo, existe una limitada exploración sobre cómo la música dinámica influye específicamente en videojuegos de acción rápida, tales como el Hack and Slash, Shooter o Beat 'em Up [4], lo que dificulta a los desarrolladores implementar este sistema de forma informada en dichos géneros. Para abordar esta problemática, se desarrollaron dos prototipos de un videojuego Hack and Slash con idénticas mecánicas y composición musical, diferenciándose solo en su sistema de sonido, uno con música estática y otro con música dinámica. Se eligió este género dado que sus sistemas de combos, movimientos rápidos y estado de alerta constante en combate influyen fuertemente en la emocionalidad del jugador [4]. Se buscó comprobar la hipótesis de que el prototipo con música dinámica generaría una experiencia mas inmersiva que su contraparte estática. Para ello, se aplicaron encuestas post-juego idénticas basadas en la escala de Likert [5] a 30 estudiantes de la Universidad de Talca, quienes probaron ambos prototipos. Los resultados se compararon mediante un t-test de Student de muestras pareadas [6], con una prueba no paramétrica de Wilcoxon donde no se haya cumplido normalidad. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el estado emocional entre ambas condiciones, por lo que la hipótesis no fue respaldada; sin embargo, sí se observó una diferencia significativa a favor dinámica en la coherencia percibida entre la música y la acción del jugador. El presente estudio aporta evidencia relevante para el diseño sonoro en videojuegos, contribuyendo a esclarecer el uso narrativo de la música dinámica como herramienta para potenciar la inmersión emocional en videojuegos Hack and Slash y otros géneros de acción rápida.

1. Introducción

El desarrollo de videojuegos es un rubro el cual reúne a muchas disciplinas diferentes, tales como por ejemplo el diseño, programación y música. Todos estos elementos colaboran mutuamente entre sí para formar lo que se conoce como videojuego. Todo esto converge en un propósito (además de vender), una palabra clave del diseño de videojuegos: Inmersión. Este es el estado en el que el jugador está falto de consciencia de que se encuentra en un entorno artificial, incluso de forma temporal y espacial [7]. Es la máxima demostración de que un videojuego es atractivo para el usuario.

Sería negligente para un desarrollador ignorar el impacto que la música tiene en la generación de inmersión en los usuarios al momento de vivir experiencias en mundos virtuales interactivos. Está demostrado que tiene efectos en el cerebro de los jugadores al experimentarlas a mitad de sus sesiones [3]. Dentro de las formas que existen de implementar música en un videojuego podemos encontrar dos principales: música estática y música dinámica. La primera consta de una sola pista de audio que se reproduce hasta que se cambie por otra, y la segunda son varias pistas de audio sonando a la vez, y bajo ciertas condiciones, el volumen de cada pista se va modificando. Este último resulta conveniente si buscan cambios graduales a la música a mitad de partida, por lo que es necesario buscar alguna forma de añadir este formato de composición en los proyectos según el diseño del videojuego en cuestión. Complementando con la música dinámica se formula otra pregunta: ¿Qué tipo de jugabilidad puede aportar a la inmersión de los usuarios? Una respuesta que se encontró es la acción rápida, estilo de juego que se encuentra en géneros como Hack and Slash, Shooters o Beat em Up. La razón de esta decisión es la emocionalidad que estos géneros generan en los jugadores gracias a la violencia y estado de alerta constante [4], la cual puede funcionar como un potencial amplificador en la inmersión de la experiencia.

1.1. Problema

Para un desarrollador de videojuegos es vital estar informado acerca de las metodologías o trabajos previos relacionados al género del que quiere basarse. Y si bien se puede encontrar vasto contenido académico respecto al cómo funcionan a nivel macro las implementaciones de composición musical dinámica, es difícil hallar alguna guía o artículo que hable explícitamente el cómo esta música debería ser puesta en práctica para géneros de videojuegos en particular, como los que, para este caso, funcionan con acción rápida. ¿Qué ocurriría si un desarrollador quisiera enfocarse en este nicho en específico y aplicar un sistema de música dinámica, pero no hay referencias de otras personas que le ayuden a hacerlo de tal manera que encaje emocionalmente con el usuario y el género que quisiera abarcar? Es en este punto donde el dilema surge: Existe una limitada exploración sobre cómo la música dinámica influye en las emociones del jugador a través de videojuegos de géneros de acción rápida, tales como el Hack and Slash, Shooter y Beat em Up [4]. Esta limitación de conocimiento se extendería al desarrollador que quiere trabajar con alguna base existente y que tenga respaldo académico sobre cómo abordar la música adaptativa en estos géneros. Para poder abordar esta problemática, lo que se tuvo al alcance es aportar a la resolución de la duda de cómo este tipo de música afecta en las emociones de los jugadores de géneros Hack and Slash. Y para ello, se usó como marco de comparación desarrollar ambas formas de música explicitadas anteriormente.

1.2. Solución

Lo que se propuso para encontrar una respuesta al enigma presentado es analizar el impacto en las emociones e inmersión del jugador desarrollando dos prototipos jugables de un videojuego 3D de género Hack and Slash, el cual fue probado y evaluado por usuarios mediante encuestas de satisfacción. Ambos tuvieron exactamente la misma jugabilidad y controles, salvo que no compartieron el modo de implementación sonoro. Uno poseyó un sistema sencillo con música estática y el otro de música adaptativa. Se trabajó con FMOD en el segundo prototipo para hacer más cómodo el ambiente de trabajo. El videojuego contó con tres niveles en los que varió la cantidad de enemigos de forma creciente, y el personaje contó con habilidades tales como bloquear, desplazarse, y tener una contada cantidad de tipos de ataques que

se pueden combinar. El juego gestionará de forma interna un sistema de combo, que entregará puntuación al jugador dependiendo de la duración del mismo. Se deberá combatir a un grupo de enemigos, y una vez estos son derrotados en un escenario, se avanza hacia el siguiente hasta terminado el tercer nivel, que dará por terminada la experiencia. La música fue compuesta de forma original y los dos prototipos tuvieron el mismo énfasis de composición, compartiendo la misma armonía. Las pistas de audio que tuvieron en común son las del menú, opciones, victoria y derrota. En la fase jugable, el prototipo estático tuvo pistas para cada uno de los tres escenarios, y la dinámica contenía propiedades similares a excepción de que los instrumentos estaban divididos en *stems* y se ejecutaron variaciones dependiendo de la duración del combo y la puntuación acumulada dentro del mismo.

1.3. Hipótesis

El uso de música dinámica incrementa en mayor medida los niveles de inmersión emocional en el jugador a comparación de la música estática en un videojuego Hack and Slash [1].

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Comparar la inmersión emocional generada por la música estática y la música dinámica en videojuegos Hack and Slash, diseñando dos prototipos como medio, cada uno usando un sistema diferente (estático y dinámico).

1.4.2. Objetivos específicos

Objetivo específico 1: Desarrollar un prototipo de videojuego Hack and Slash con sistema de sonido estático que sirva como condición de comparación para el estudio.

Objetivo específico 2: Implementar un sistema de sonido dinámico en base a una copia del proyecto anteriormente desarrollado, de modo que ambas versiones sean comparables en el apartado exclusivamente sonoro.

Objetivo específico 3: Diseñar un sistema de evaluación basado en encuestas post-experiencia de usuario para la música estática y dinámica.

Objetivo específico 4: Evaluar la inmersión emocional en base a resultados obtenidos en pruebas de juego en usuarios.

Para atender el problema planteado, cumplir los objetivos propuestos y validar la hipótesis, el presente documento se organiza de la siguiente manera. En el capítulo 2, Marco Teórico, presenta los conceptos que sustentan la investigación, tales como la inmersión, el estado de flow, la relación entre música y emociones, y las herramientas utilizadas para el proyecto. El capítulo 3, Estado de Arte, analiza videojuegos que emplean sistemas de música dinámica, con el fin de identificar referentes aplicables al desarrollo de los prototipos. El capítulo 4, Metodología, describe el marco de trabajo utilizado durante el desarrollo del proyecto y el diseño de las pruebas de usuario. El capítulo 5, Experimentos, detalla el procedimiento seguido durante la etapa de pruebas de los participantes. El capítulo 6, Resultados, expone y analiza los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos. Finalmente, el capítulo 7, Conclusiones, discute las limitaciones del estudio, el impacto de los resultados y propone posibles líneas de trabajo futuro.

2. Marco Teórico

2.1. Inmersión y estado de flow

Si bien el concepto de inmersión puede tener varias interpretaciones, gran parte de los autores la definen como la sensación en la que se pierde la consciencia temporal y espacial. Este fenómeno depende de factores humanos (como las preferencias y habilidades del jugador) y tecnológicos (como la interfaz o la usabilidad), y suele desarrollarse en tres niveles: compromiso (engagement), cuando el jugador empieza a implicarse; absorción, cuando hay una fuerte inversión emocional; e inmersión total, cuando el jugador se siente completamente integrado en la experiencia y separado de la realidad [7].

La inmersión está estrechamente relacionada con el flow, que se describe como una experiencia óptima de concentración y disfrute absoluto durante una actividad desafiante, pero manejable [8]. El flow se manifiesta cuando se cumplen condiciones como metas claras, retroalimentación inmediata, control sobre la actividad, concentración intensa y alteración del sentido del tiempo [7, 8]. Para mantener al jugador en la zona de flow, es fundamental que el juego ajuste de forma dinámica el nivel de desafío según la habilidad del jugador, evitando tanto la frustración como el aburrimiento. Del mismo modo, la retroalimentación debe ser inmediata y las decisiones del jugador deben integrarse de manera natural en la jugabilidad, sin interrumpir el foco de atención [8].

La relación entre ambos conceptos es jerárquica: el estado de flow implica necesariamente un alto nivel de inmersión, pero no toda experiencia inmersiva alcanza el flow. Este puede entenderse como una forma extrema o culminante de inmersión, cercana al nivel de inmersión total descrito anteriormente [7]. No obstante, alcanzar este estado no requiere solo implicación emocional o cognitiva, sino también un

equilibrio preciso entre desafío y habilidad. Por ello, cuando un videojuego logra inducir este estado, constituye un fuerte indicador de que su diseño logra maximizar la experiencia del jugador.

2.2. Música y Narrativa en los videojuegos

2.2.1. Narrativa en los videojuegos

La narrativa en los videojuegos ha sido durante años un área de debate dentro de los estudios de medios interactivos. A diferencia de los medios tradicionales como la literatura o el cine, donde la historia se presenta de manera lineal y predeterminada, el videojuego introduce la agencia del jugador, provocando en sus inicios el cuestionamiento de las nociones tradicionales de estructura y recepción narrativa. Esto ha llevado a pensar que los videojuegos no pueden contar historias complejas sin sacrificar la interactividad. Sin embargo, se propone una alternativa conceptual denominada *storyplaying*. [9]

Esta forma de narrar se basa en *future narratives*, donde la historia no se representa como un todo cerrado, sino como una red de posibilidades que dependen de la agencia del jugador. A diferencia de una película, el videojuego no muestra lo que ya ha ocurrido, sino que pone en juego lo que puede ocurrir. En este marco, el jugador actúa dentro de un sistema diseñado para generar múltiples aristas narrativas mediante decisiones. Estos puntos de decisión se definen como *nodal situations*, momentos críticos en los que el jugador selecciona entre rutas posibles que alteran la progresión de la historia [9]. Así, gracias a estas decisiones éticas y morales en las que el jugador es sometido, el videojuego se convierte en una evolución natural hacia narrativas más interactivas gracias a la participación activa del usuario [9], convirtiéndolo en una pieza fundamental para relatar historias.

2.2.2. Música y emociones

Diversas investigaciones en los campos de la psicología y neurociencia han evidenciado que la música posee una capacidad única para inducir estados emocionales en los individuos que se exponen a esta [3]. Este fenómeno se explica, en parte, por la activación de estructuras cerebrales implicadas en el procesamiento del placer y la emoción, tales como el núcleo de accumbens, la amígdala y corteza prefrontal, ge-

nerando reacciones afectivas de carácter positivo o negativo [3]. Además, elementos propios de la música como el tempo, la intensidad, la altura tonal y la disonancia están directamente relacionados con la percepción emocional. Por ejemplo, tempos rápidos suelen asociarse a emociones de alta activación como alegría o ira, mientras que lentos evocan tristeza o calma. Esta relación entre la música y emociones es posible gracias a mecanismos cerebrales de anticipación y retroalimentación, mediante los cuales el cerebro genera expectativas sobre la estructura musical y experimenta placer o tensión según se cumplan o no dichas ideas preconcebidas [3]. Por último se suma la teoría del contagio emocional, que plantea que ciertos patrones melódicos y tímbricos pueden ser percibidos como expresiones vocales intensificadas, generando en el oyente una respuesta empática automática. Todos estos factores en conjunto son los que una pieza musical pueda reflejar ciertas emociones, las cuales pueden ser aprovechadas para productos multimedia como el cine y los videojuegos [3].

2.2.3. Música en los videojuegos

La música en los videojuegos ha evolucionado desde simples sonidos monofónicos hasta complejas composiciones dinámicas que responden de forma directa a las acciones del jugador, convirtiéndose en un elemento central de la experiencia interactiva. Según Donnelly, Gibbons y Lerner, la música en este medio no solo cumple funciones tradicionales de ambientar o generar emociones, sino que también se destaca por su interactividad, adaptándose en tiempo real al contexto del juego mediante sistemas modulares [10]. Esta cualidad distingue al videojuego de otros medios audiovisuales donde la música tiene uso, como el cine [3], al situar al jugador como un agente activo en la activación y modificación del componente acústico. Un ejemplo es *Super Mario Bros*, cuya música compuesta por Koji Kondo utiliza motivos reconocibles, cambios tonales y variaciones rítmicas que acompañan diferentes escenarios, reforzando la identidad narrativa y mecánica del juego [10].

La música, además, influye considerablemente en la inmersión y la construcción narrativa, al punto de que muchas melodías de videojuegos se han convertido en íconos culturales por su repetición constante y su capacidad de evocar emociones específicas [4]. Esta musicalidad interactiva convierte al videojuego en un medio único cuya música requiere un enfoque interdisciplinario que combina teoría musical, estudios de medios y diseño lúdico [10, 1].

2.3. Música dinámica

La música dinámica, también conocida como música adaptativa, es un sistema de implementación sonora en videojuegos que permite modificar la música en tiempo real según el estado del juego o las acciones del jugador [1]. A diferencia de la música estática (aquella que se reproduce de manera lineal y constante sin alguna variación) la música dinámica responde a parámetros lógicos del entorno de juego, tales como la cercanía de los enemigos, nivel de salud del jugador, el cambio de escenario o la intensidad del combate [1].

Este tipo de música suele organizarse en capas (layers), segmentos (stems), o pistas paralelas, que se activan o modifican mediante triggers o condiciones programadas. Este permite transiciones musicales más fluidas que con lo que se harían con la música estática. En videojuegos de acción rápida como Hack and Slash, Shooters o Metroidvania, la música adaptativa cobra un papel esencial en reforzar la urgencia, la tensión y el flujo de combate, adaptándose a cada momento con precisión [1].

Desde el margen técnico, la implementación de música dinámica puede realizarse mediante motores de audio especializados como FMOD o mediante sistemas personalizados en motores de juego como Unity o Unreal Engine [1]. Estos entornos permiten definir lógicas de audio sin sacrificar rendimiento, asegurando que la música acompañe al jugador sin generar cortes abruptos o inconsistencias [1].

2.4. Hack and Slash

Los videojuegos del género Hack and Slash constituyen una subcategoría de los juegos de acción centrados en el combate cuerpo a cuerpo, donde el jugador se enfrenta a grandes cantidades de enemigos utilizando principalmente armas blancas, como espadas o hachas. Este tipo de juego se caracteriza por centrarse en la velocidad y espectacularidad de los enfrentamientos, permitiendo al jugador ejecutar combos, esquives, bloqueos y ataques especiales. Dependiendo del juego, se pueden apreciar a nivel de diseño implementaciones como progresión por niveles o árboles de habilidades. En ciertos juegos como Devil May Cry, además de incluir las habilidades dichas anteriormente, cuentan con un sistema de estilo que puede ser usado como multiplicador a la puntuación que el jugador acumule en los combates, o como meta de desafíos opcionales. Este género ha evolucionado incorporando mecánicas de otros

estilos de juego, como elementos RPG, de mundo abierto y narrativas épicas.

2.5. Metodología Lean-Kanban

La metodología Lean-Kanban, originada en Toyota en la década de 1940, combina un sistema visual de control de la producción con la filosofía Lean, cuyo objetivo es maximizar el valor entregado al cliente mediante la eliminación de desperdicios y la mejora continua [11, 12]. Kanban, que significa "tarjeta visual."^{en japonés}, fue desarrollado por Taiichi Ohno como una herramienta para gestionar y sincronizar la producción en línea, permitiendo adaptarse a la demanda y reducir inventarios [11]. En el desarrollo de software, Kanban se aplica mediante tableros visuales que ayudan a controlar y gestionar las tareas, limitando el trabajo en progreso (WIP) y optimizando el flujo [11]. Aunque no posee un conjunto estricto de prácticas, su adaptabilidad permite ajustarlo a las necesidades del equipo y el proyecto, lo cual resulta conveniente para poder organizar de forma transparente el proyecto a realizar en este documento.

2.6. FMOD

Software middleware desarrollado por Firelight Technologies enfocado en el diseño, edición e implementación de audio en entornos interactivos no lineales. Su función principal es servir de puente entre el motor del juego y el sistema sonoro, permitiendo personalización avanzada en música y efectos de sonido [13]. FMOD se ha establecido como una de las herramientas más utilizadas en motores como Unity o Unreal Engine. A diferencia del método tradicional de implementación de audio, que requiere programar el comportamiento mediante código, este software permite definir eventos de audio independientes, los cuales pueden ser llamados desde el motor mediante funciones específicas. Estos eventos pueden contener diferentes parámetros que determinan su comportamiento: volumen, pitch, filtros, entre otros. Esto resulta ideal para sistemas que usen música adaptativa, ya que permite controlar en tiempo real aspectos como la intensidad de la pista, adición de instrumentos, o manejar transiciones entre secciones musicales. Todo esto sin la necesidad de modificar el código base del videojuego.

2.7. FL Studio

FL Studio es una estación de trabajo de audio digital (DAW, por sus siglas en inglés) desarrollada por la empresa Image-Line [14]. Esta plataforma permite la creación, edición, mezcla y masterización de audio mediante una interfaz basada en patrones y secuenciadores por pasos. Es ampliamente utilizada tanto por productores profesionales como amateurs debido a su flexibilidad, su flujo sencillo de trabajo y su compatibilidad con plugins VST. FL Studio incluye una variedad de instrumentos virtuales y efectos integrados, y permite la manipulación precisa de audio y MIDI, convirtiéndolo en una herramienta versátil para la composición musical, incluyendo la música para videojuegos. En el contexto de música dinámica, el aspecto relevante que tiene es la exportación de audio personalizado. Se pueden generar canciones en una sola pista, o bien separarlas por canales de audio. Estas pistas de audio divididas se llaman "stems", y son la clave para la adaptabilidad de la música en un videojuego dado que se pueden manejar de forma independiente, ya sea en un motor manualmente o en un software intermediario como FMOD.

3. Estado del Arte

El estado del arte se comprende como el punto máximo al que se ha alcanzado la tecnología asociada a la temática de un proyecto, o tecnologías asociadas al mismo [15]. Es así que mediante esta sección se explicarán ejemplos de videojuegos que utilicen metodologías asociadas a la música dinámica y herramientas que se usan para crear prototipos de forma apropiada.

3.1. Hades



Figura 3.1: Hades. Logo.

Videojuego del género roguelite desarrollado por SuperGiant Games [16], en el que, en resumidas cuentas, consta de partidas generadas aleatoriamente. Cuando el jugador pierde, vuelve al punto de partida, volviendo a jugar "desde cero", basándose en la rejugabilidad. En una entrevista al compositor Darren Korb, encargado de la música del videojuego, se le preguntó por alguno de los desafíos del desarrollo de Hades. Él contestó que fue la música, ya que al repetirse las regiones y secciones

del gameplay, se debe componer e implementar sistemas que no saturen al usuario. Él junto al equipo dividió las canciones por instrumentos en diferentes pistas de audio (llamados normalmente "stems") y estos se reproducen en conjuntos que varían dependiendo del contexto en el que el jugador está situado [17].

3.2. Hollow Knight



Figura 3.2: Hollow Knight. Logo (Nintendo Switch 2)

Hollow Knight es un videojuego desarrollado por Team Cherry [18], y pertenece al género Metroidvania, que consta del jugador explorando un mapa grande de forma parcialmente libre, desbloqueando zonas nuevas y enfrentándose a varios tipos de enemigos. Para el caso de su música, cuenta con diferentes instancias en las que la música actúa de forma dinámica. Uno de estos ejemplos es una zona llamada *Camino del dolor*, que es un desafío opcional en donde hay que usar todo el kit de movimientos que ofrece el juego. A medida que el jugador avanza en este nivel, la música se va intensificando, añadiendo instrumentos a la pista, reflejando el avance del mismo. Esto resulta en un feedback auditivo útil para el usuario, además de ser un elemento narrativo que añade tensión tanto a la situación como al agente.



Figura 3.3: Super Mario Galaxy. Logo

3.3. Super Mario Galaxy

Videojuego del género plataformas en 3D desarrollado por Nintendo en el año 2007. Lo que compete a su mención es un aspecto particular en su música en la nave de Rosalina, que es un espacio seguro en el que el jugador interactúa con personajes y navega para ir a los distintos niveles. Aquí hay una pieza musical constante en forma de balada, que al inicio de la aventura contiene una pequeña cantidad de instrumentos suaves. Cuando se consigue una cierta cantidad de estrellas (superando niveles), el resto de instrumentos de la pieza van aumentando de volumen progresiva y permanente, otorgando una sensación de completitud una vez se alcanza la versión final de dicha composición.

A partir de estos referentes, es posible observar cómo la música dinámica se ha utilizado en distintos géneros para reforzar el feedback de las acciones del jugador y comunicar su avance dentro de la experiencia. Sabiendo que la música es capaz de inducir estados emocionales y que los videojuegos de acción rápida funcionan como un amplificador de las mismas, es posible que, combinándolo con un sistema de música dinámica, pueda potenciarse aún más la inmersión emocional en los jugadores, por lo que se ideó una forma de comprobar o refutar esta idea mediante el desarrollo de un prototipo.

4. Metodología

Para poder llevar a cabo este proyecto y demostrar la hipótesis, se hizo uso como marco de desarrollo Scrumban, la combinación entre la metodología SCRUM (estructura del proyecto), Kanban (visualización del trabajo), además del enfoque de Lean Development mediante la creación de prototipos mínimos viables. Una vez que ambos prototipos estuvieron terminados, se hicieron pruebas de juego con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual, y de Ingeniería Civil en Sistemas Inteligentes y Videojuegos. Las pruebas de cada prototipo incluyeron una encuesta post-experiencia tanto para el que contiene música dinámica como estática. Los resultados se recopilaron y se comparó el impacto de la música adaptativa mediante una prueba de Student, determinando si hubo significancia entre los resultados entregados.

4.1. Planificación del proyecto

4.1.1. Metodología empleada

SCRUM es una metodología de desarrollo de proyectos en equipo donde el cliente resulta un partícipe activo [19]. A rasgos generales, los desarrolladores y el cliente planifican sesiones de trabajo llamadas Sprints. Cada uno de estos Sprints tiene un objetivo a cumplir y este se determina antes de iniciar otro. Entre estos Sprints el equipo organiza de forma interna reuniones llamadas Daily, en las cuales se conversa acerca del avance del proyecto. Una vez que un Sprint concluye el equipo se reúne con el cliente y se reflexiona sobre lo que funcionó y si se puede mejorar, a través de la llamada Retrospectiva del Sprint [19]. El proceso se repite hasta que se cumple el plazo límite de la elaboración del proyecto.

En la metodología SCRUM existen tres roles importantes [19]:

- Product Owner: Corresponde al cliente que encarga el producto de software al equipo de desarrollo.
- Scrum Master: Miembro del equipo que se encarga de facilitar los Sprints y ofrece apoyo para mejorar continuamente. No necesariamente es desarrollador.
- Desarrolladores: Son quienes diseñan, programan, prueban y documentan el producto.

Para efectos de este proyecto, la Product Owner fue mi supervisora, Liza Jago. Yo, Pablo Escobar, al ser un equipo de una sola persona asumí el rol de Scrum Master y de Desarrollador. Los Sprints de esta metodología se tradujeron en ciertos hitos de desarrollo, tales como la jugabilidad, el arte y los sistemas de sonido. Para tener una planificación visual e intuitiva, se listaron los objetivos específicos en una Carta Gantt y Trello. Una Carta Gantt funciona como un calendario que indica en qué fechas se debe trabajar en qué tareas, permitiendo visualizar las actividades en el tiempo y sus relaciones a nivel de dependencia [20]. Por su parte, Trello es una herramienta online basada en el paradigma Kanban que permite organizar visualmente tareas en tarjetas dentro de tableros colaborativos, asignar responsables y hacer seguimiento del avance de un proyecto de manera asincrónica [21]. Estas herramientas permitieron mantener una planificación bien estructurada, y facilitó un certero seguimiento del progreso.

4.1.2. Sprints y backlogs

El desarrollo del proyecto comenzó en febrero y concluyó a mediados de junio del año 2026. Los sprints fueron considerados para ser evaluados cada 2 semanas, por lo que se recuenta un total de 9 sprints:

- Sprint 1: Diseño del prototipo mediante la creación de un Game Design Document (GDD).
- Sprint 2: Jugabilidad básica del personaje: Moverse, atacar, bloquear, sistema de furia y sistema de vida.
- Sprint 3: Interacciones del jugador con enemigos inanimados, incluyendo la capacidad de infligir y recibir daño, activar la furia y morir.

- Sprint 3 y 4: Implementación de funcionalidad de los Cone-head: Modo cuerpo a cuerpo, modo a distancia, su inteligencia artificial y el sistema de oleadas que los instancian.
- Sprint 5: Añadido de interfaces terminadas para todas las pantallas del juego: Menú principal, HUD, menú de pausa y pantalla de resultados.
- Sprint 6: Modelado del personaje jugable y de los Cone-heads junto con sus animaciones; Inclusión de detalles visuales tales como partículas y efectos de postprocesado.
- Sprint 7: Corrección de errores y mejoras de calidad de vida para la jugabilidad; Creación de calificación final en función del puntaje obtenido.
- Sprint 8: Composición de la banda sonora tanto para el prototipo estático como el dinámico; Búsqueda, edición e inclusión de sonidos; Implementación del sistema de sonido estático.
- Sprint 9: Creación de copia para el prototipo dinámico; Instalación de FMOD; Implementación de música dinámica.

Paralelamente a los sprints de desarrollo, se gestionaron mediante el mismo tablero las tareas de documentación, pruebas de usuario y análisis de resultados.

Nota: Durante el desarrollo, Rectank y Multishape (contemplados originalmente en la planificación) debieron ser descartados por falta de tiempo (ver sección 4.2.2).

4.1.3. Tablero Kanban

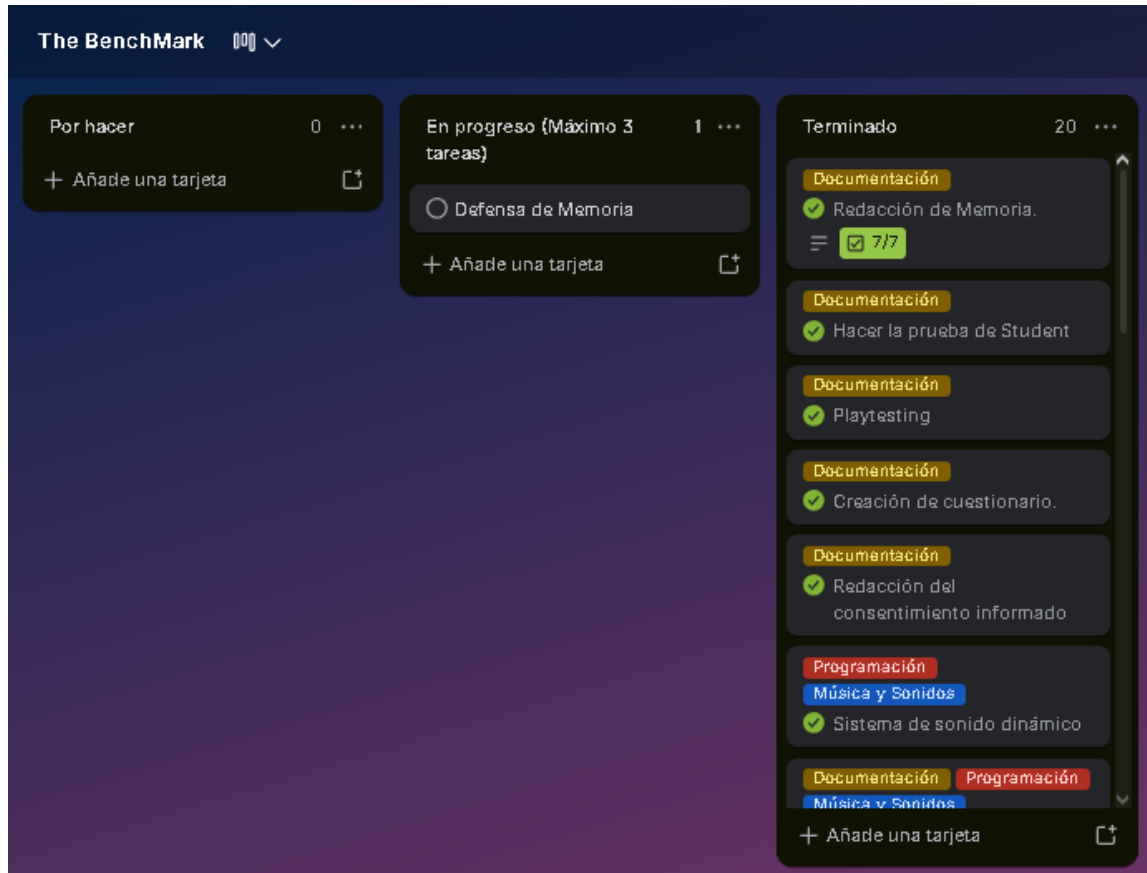


Figura 4.1: Tablero Kanban utilizando Trello.

4.2. Desarrollo

4.2.1. Diseño Inicial

El género del videojuego a construir fue un Hack and Slash, pues pertenece al grupo de géneros al que apunta la problemática y es aquel en el que se pueden encontrar más referentes en los cuales inspirarse. La gran mayoría de los Hack and Slash contienen ataques y combos basados en la verticalidad, aislando a una cantidad reducida de enemigos mediante ataques que los elevan en el aire y los derriban, aprovechando su incapacidad de responder en ese estado. Sin embargo, se optó por un enfoque de combate horizontal, priorizando la capacidad de enfrentar a un grupo

numeroso de enemigos de forma simultánea por sobre la de aislarlos individualmente. Esta decisión de diseño se justifica en que permite ahorrar costos de programación, al evitar la implementación de sistemas propensos a errores, como los ataques aéreos.

El combate estuvo fuertemente inspirado en el videojuego *Spartan: Total Warrior*, un Hack and Slash publicado para la consola PlayStation 2 que cumplía con el marco de diseño buscado, al contar con un enfoque horizontal y la capacidad de enfrentar a ejércitos enteros de enemigos pese a controlar un único personaje. De este referente se extrajeron las siguientes mecánicas para el prototipo:

- Movimiento libre con vista en tercera persona, junto con un movimiento de cámara independiente.
- Un ataque individual y un ataque en área, ambos potenciables mediante el consumo de una barra de furia que se llena progresivamente al golpear enemigos.
- Una barra de vida no regenerable durante la partida.
- Bloqueo de ataques enemigos.
- Un sistema de combo que se incrementa cada vez que se elimina a un enemigo, acumulando puntaje a lo largo del nivel.

El objetivo principal del jugador es derrotar oleadas de enemigos y enfrentar posteriormente a un jefe final, práctica común dentro del género y un esquema sencillo de organizar para un proyecto de esta magnitud. Para ello, se diseñaron 3 enemigos, cifra considerada modesta para un prototipo de esta naturaleza. El primero eran los Cone-heads, que contaban con modo de combate cuerpo a cuerpo y a distancia (a cambio de ser una unidad ligera); el segundo era el Rectank, que actuaba como un enemigo pesado y con mucha vida; y por último estaba Multishape, el jefe final. Estos enemigos se distribuirían en tres niveles: el primero solo incluiría a los Cone-heads, en el segundo se introducirían los Rectanks, y en el último se lucharía contra Multishape, capaz de invocar a los dos enemigos anteriores. Esta estructura de inclusión gradual buscaba transmitir una sensación de progreso clara, maximizando la tensión al llegar el momento de enfrentarlos a todos en el combate final.

La gran mayoría de las decisiones de diseño tuvo como pilar al sistema de sonido dinámico, pues, a diferencia de uno estático, este requería de ciertos estados del juego y del jugador para que el dinamismo pudiera actuar con naturalidad. Los

parámetros principales considerados fueron la vida restante del jugador, el nivel en el que se encontraba, y la etapa actual de Multishape, los cuales permitirían modificar el volumen y la ecualización de los instrumentos de las piezas musicales.

Para materializar este diseño se hizo uso de los siguientes programas:

- Unity 3D. Motor donde se desarrollan ambos prototipos.
- Visual Studio Community 2022. Ambiente de programación.
- Vectorpea. Diseño 2D para interfaces.
- Sketchfab y Unity Assets Store. Assets 3D o 2D gratuitos (modelos, partículas y sprites).
- Blender. Diseño 3D.
- Mixamo. Animación 3D.
- FL Studio y Audacity. Composición de música y edición de sonido.
- FMOD. Software intermediario para el desarrollo del prototipo con música dinámica.

Para cada prototipo se compusieron las siguientes piezas musicales:

- Estático: "Menú", "Nivel1", "Pausa".
- Dinámico: "Nivel1".

La banda sonora fue de carácter original y se compuso en FL Studio. Ambas versiones compartían las mismas canciones a nivel armónico, pero con marcos de producción y exportación de audio distintos en las zonas jugables:

- Prototipo estático: las canciones estaban contenidas en una sola pista de audio, debiendo alternar entre archivos según el estado del juego.
- Prototipo dinámico: la canción tenía sus instrumentos distribuidos en pistas de audio independientes, sonando en todo momento. Además, se añadían variaciones musicales (ajustes de volumen o ecualización) según ciertos estados, como la cifra del combo actual y la vida restante del jugador.

Dada la posibilidad de modificar la música en tiempo real que ofrecía FMOD en el prototipo dinámico, se crearon parámetros para ajustar elementos como la ecualización y el volumen de ciertos instrumentos. Debido a que el prototipo estático no contaba con la facilidad de implementar dinamismo musical mediante herramientas como FMOD, sus carencias en este aspecto fueron compensadas mediante el uso de efectos de sonido.

4.2.2. Cambios durante el Desarrollo

A medida que se fue desarrollando la experiencia de juego, surgieron dificultades que demandaron una mayor dedicación de tiempo para implementar ciertos sistemas. Un ejemplo importante fue la inteligencia artificial de los enemigos y su diseño 3D (especialmente las animaciones), debido a la falta de experiencia previa en dichas áreas y a ciertas limitaciones de competencias técnicas. Esto provocó que se tuviera que recortar contenido, siendo el mayor cambio descartar dos de los tres enemigos planteados en un inicio: el Rectank y, más importante aún, Multishape. La eliminación del jefe final implicaba perder el objetivo principal del juego, además de remover al enemigo más fuerte y con mayor carga emocional de la experiencia. Para compensar su ausencia, se rediseñó el sistema de oleadas: seguirían siendo tres, pero en lugar de incluir enemigos más fuertes a medida que se progresaba, se optó por incluir una mayor cantidad de estos. Sin embargo, dado que ahora solo se contaba con un tipo de enemigo y un sistema de oleadas simplificado, se decidió incorporar un matiz adicional al sistema de puntuación, añadiendo una calificación final para fomentar la rejugabilidad e incentivar al jugador a obtener un mejor resultado.

4.2.3. Producto final

El resultado final del proceso de desarrollo de jugabilidad es "The Benchmark". Este cuenta con un personaje jugable dotado de una serie de ataques normales y poderosos, además de habilidades adicionales de bloqueo y desplazamiento, mecánicas utilizadas comúnmente dentro del género. El personaje dispone de una barra de vida y una barra de furia. La vida no es recuperable durante la partida, de modo que su gestión constituye un factor estratégico relevante para el jugador, mientras que la furia se llena progresivamente a medida que se golpea enemigos, permitiendo ejecutar ataques poderosos a cambio de su consumo. Como antagonista, se incluye

un enemigo con dos modos de combate (uno cuerpo a cuerpo y otro a distancia) con el fin de aportar un dinamismo simple a la experiencia. El juego consta de 3 niveles enfocados en oleadas de múltiples enemigos simultáneos, que deben ser derrotados en su totalidad para avanzar al siguiente (extensión considerada plausible para el contexto de las pruebas de usuario). Finalmente, se incorpora un sistema de puntuación acumulativo durante el transcurso de la partida, cuyo resultado se traduce en una calificación final, en un rango de D- a S+, con el objetivo de fomentar la rejugabilidad.

El detalle completo de este diseño fue documentado previamente en un Game Design Document, disponible para su revisión en el Apéndice A.

Una vez que la navegación, la jugabilidad y el arte estuvieron en condiciones, se generó una copia del proyecto base, dando lugar a dos versiones independientes que comparten exactamente las mismas mecánicas y el mismo conjunto de efectos de sonido, diferenciándose únicamente en el sistema utilizado para reproducir la música: el prototipo estático incorpora el componente Audio Listener nativo de Unity, mientras que el dinámico incorpora un componente personalizado que funciona como listener, pero conectado a un proyecto de FMOD configurado de forma externa.

Se pueden encontrar videos del funcionamiento de ambos prototipos y sus diferencias en el apéndice B del documento.



Figura 4.2: Menú Principal de The Benchmark



Figura 4.3: Pantalla de juego de The Benchmark



Figura 4.4: Pantalla de resultados de The Benchmark

4.3. Pruebas

4.3.1. Procedimiento general

Una vez terminada la etapa de desarrollo, se consideró el espacio presencial para asegurar la correcta realización de las mismas. Se utilizaron las instalaciones de la Universidad de Talca, específicamente las dependencias de la carrera de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual, e Ingeniería Civil en Sistemas Inteligentes y Videojuegos.

El periodo de pruebas se compuso de los siguientes factores:

- El periodo de pruebas duró 3 semanas, desde el 15 de junio hasta el 03 de julio del año 2026.
- El público objetivo fueron estudiantes de esta misma carrera, con un rango etario entre 18 y 25 años de los participantes. El perfil objetivo son jugadores frecuentes de videojuegos de cualquier género.
- Se contemplaron como mínimo 30 usuarios para obtener resultados contundentes ante la comprobación de la hipótesis.
- La duración de cada una fue de 40 minutos o menos.
- Las sesiones podían tener 2 entornos en específico: Laboratorio 2D de la Escuela de Videojuegos y Realidad Virtual, o bien las salas de estudio del Complejo Tecnológico de Autoaprendizaje (CTA).

4.3.2. Preparación

Idealmente, el ambiente que se buscó es el laboratorio 2D de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual, pues al contar con el equipamiento necesario se pudo dar pie a sesiones grupales (Computador, mouse y teclado). En caso contrario, los recursos utilizados en las pruebas fueron un computador ofrecido por el realizador, un mando genérico, audífonos circunaurales, y un ejecutable de los dos prototipos, tanto instalados localmente como almacenados en un USB ante cualquier situación extraordinaria. Los inmuebles correspondieron a una mesa y una silla.

El ambiente, en lo posible, debió permitir al usuario probar el videojuego sin distractores externos. Por ello, se proveyó a los usuarios auriculares que permitan el aislamiento de sonido, flexibilizando el espacio físico donde se realice el testing siempre y cuando fuera una superficie estable, como una mesa.

4.3.3. Realización

Las sesiones contaron con una fase de juego y otra de evaluación de experiencia, la cual fue atendida con una encuesta de satisfacción una vez se concluyó la sesión de juego en cada prototipo. Una prueba de forma singular contuvo las siguientes etapas:

- El usuario firmó un consentimiento informado antes de realizar las pruebas (documento disponible en el Apéndice E).
- Utilizando un computador proporcionado por el equipo de desarrollo, el tester jugó uno de los dos prototipos hasta que derrotó la 3° oleada o hasta un máximo de 15 minutos.
- Después de la primera prueba, se les entregó una encuesta de satisfacción para ser respondida en 5 minutos.
- El usuario probó el segundo prototipo que contuvo el sistema de música restante.
- Terminada la experiencia (o después de 10 minutos), se le entregó una segunda encuesta de satisfacción para ser respondida en 5 minutos.

En lo que respecta a las encuestas, se diseñó un cuestionario personalizado que adapta e integra preguntas provenientes de tres instrumentos ya verificados en la literatura: el Immersive Experience Questionnaire (IEQ) [22], el Game Experience Questionnaire (GEQ) [23] y el Game User Experience Satisfaction Scale (GUESS-18) [24], poniendo especial énfasis en el rol de la música dentro de la experiencia. Dado que se requiere que múltiples usuarios prueben ambos prototipos, se optó por construir dos versiones del cuestionario, una para cada prototipo, con el fin de diferenciar los resultados obtenidos en cada condición y facilitar su comparación posterior. Ambas versiones comparten exactamente las mismas preguntas y estructura, variando únicamente el prototipo al que hace referencia, para no afectar la validez de dicha comparación. Sus preguntas cuentan con una escala de Likert de 7 puntos, siendo 1 la puntuación más baja y 7 la más alta. Su estructura, a rasgos generales, se organiza en las siguientes cuatro dimensiones:

1. Jugabilidad e Inmersión. Preguntas orientadas a la calidad del juego percibida, junto con otros factores como la navegación, el control y la comodidad general de la experiencia.
2. Música y Coherencia Emocional. Preguntas centradas específicamente en el impacto de la música con la experiencia de juego, evaluando su coherencia con la acción y su aporte a la ambientación del mismo.

3. Estado Emocional. Preguntas orientadas a capturar la respuesta emocional del jugador durante la sesión. Esta dimensión es considerada crítica para efectos de comprobación de la hipótesis.
4. Opinión escrita y opcional en la que los usuarios pueden redactar acerca de su experiencia general, errores, percepción de la música y/o sugerencias. Las preguntas en particular se podrán encontrar en la encuesta publicada en el apartado de anexos, apéndice D

4.4. Evaluación de resultados

Una vez recolectadas las encuestas respondidas por los usuarios, se llevó a cabo una prueba de Student, una prueba estadística que evalúa las diferencias significativas entre las medias de ambas encuestas. Cuando los datos se calcularon, la prueba entregó un valor p . Si este valor p era menor a un umbral establecido (en este caso de valor 0.05) demostraba que en efecto hubo una diferencia significativa, demostrando la hipótesis.

Adicionalmente, la encuesta contaba con una pregunta escrita y opcional al final. Aquí lo usuarios podían redactar sobre distintos aspectos relacionados con su experiencia, ya sea la jugabilidad, errores o diseño.

4.5. Carta Gantt

Como se describió en la metodología, se construyó una Carta Gantt para organizar el proyecto en el tiempo, la cual puede ser visualizada a través del C.

Los objetivos específicos son las metas principales, cada una con sus respectivas actividades. El desarrollo comenzó con la creación de las maquetas funcionales con ambos sistemas de audio implementados en la mitad del plazo. Posteriormente correspondió la realización de pruebas y encuestas de satisfacción, y por último se evaluaron los resultados para confirmar o denegar la hipótesis.

5. Experimentos

Entre el 15 de junio y el 3 de julio del año 2026 se llevó a cabo la etapa de pruebas de usuario, con un total de 30 participantes. Las pruebas fueron realizadas de forma presencial dentro de las dependencias de la Universidad de Talca, específicamente en el Laboratorio 2D de la Escuela de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual, o bien en las salas de estudio del Complejo Tecnológico de Autoaprendizaje (CTA) cuando el primero no estuvo disponible. La convocatoria de participantes se difundió a través de canales de comunicación en línea, referidos personales del investigador y el apoyo de la profesora guía. El formato de aplicación varió entre sesiones grupales y citaciones individuales, dependiendo de la disponibilidad de los participantes convocados.

5.1. Procedimiento General

Independientemente del formato de la sesión, todos los participantes siguieron el mismo procedimiento experimental. En primer lugar, cada participante firmó un consentimiento informado previo al inicio de la prueba. A continuación, se aplicó un diseño contrabalanceado con el fin de controlar el efecto de orden: al 50 % de los participantes se le asignó aleatoriamente comenzar con el prototipo de música estática (V1), y al 50 % restante con el prototipo de música dinámica (V2).

El procedimiento seguido por cada participante fue el siguiente:

1. Probar el primer prototipo asignado, hasta derrotar la 3° oleada o hasta un máximo de 15 minutos.
2. Responder la encuesta de satisfacción correspondiente a dicho prototipo (5 minutos aproximadamente).

3. Probar el prototipo restante, bajo las mismas condiciones de tiempo.
4. Responder la encuesta de satisfacción correspondiente al segundo prototipo.

Cada sesión individual tuvo una duración total de 40 minutos o menos. Para minimizar distractores externos, se proveyó a los participantes de audífonos circunaurales con aislamiento de sonido, jugando cada prototipo mediante un mando genérico sobre una superficie estable o con teclado y ratón si no habían traído para las pruebas.

5.2. Sesiones Grupales

Las convocatorias con mayor densidad de usuarios correspondieron a las sesiones grupales, en las cuales varios participantes realizaban la prueba de forma simultánea dentro del mismo espacio y horario, cada uno en una estación de trabajo independiente equipada con computador, mouse y teclado. En una sesión de esta índole se seguían los siguientes pasos:

1. Bienvenida y explicación general del propósito de la actividad a los participantes convocados.
2. Firma del consentimiento informado por parte de cada participante.
3. Asignación de estación de prueba y del orden de prototipo correspondiente a cada participante, según el esquema contrabalanceado descrito en la Sección 5.1.
4. Ejecución del procedimiento general (prueba de ambos prototipos y respuesta de sus respectivas encuestas) de forma individual por cada participante.
5. Cierre de la sesión y agradecimiento a los participantes.

Este formato permitió optimizar la recolección de datos al reunir a múltiples participantes en una misma convocatoria, aunque implicó que la supervisión directa del investigador se distribuyera entre varios usuarios de forma simultánea.



Figura 5.1: Sesión de prueba grupal realizada en el Laboratorio 2D de la Escuela de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual.

5.3. Sesiones Individuales

En los casos en que no fue posible coordinar una convocatoria grupal, las pruebas se realizaron de manera individual, citando a un único participante por sesión. El procedimiento aplicado fue idéntico al general descrito en la Sección 5.1, con la diferencia de que el investigador pudo brindar una supervisión más directa durante la ejecución de la prueba.

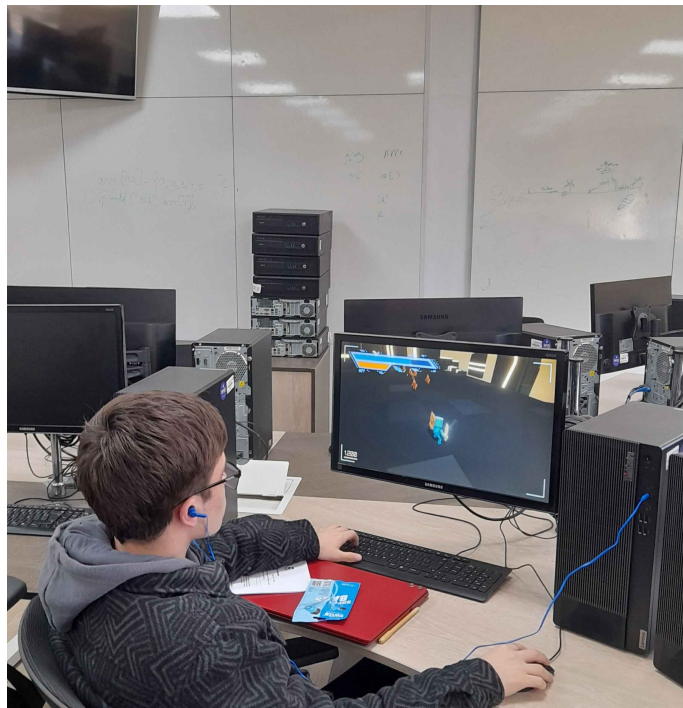


Figura 5.2: Sesión de prueba individual realizada en el Laboratorio 2D de la Escuela de Ingeniería en Desarrollo de Videojuegos y Realidad Virtual.

6. Resultados

Dada la naturaleza del diseño del cuestionario aplicado a los usuarios durante las pruebas, se dió pié a un análisis tanto cuantitativo como cualitativo.

6.1. Análisis Cuantitativo

Se aplicaron pruebas t de Student para muestras pareadas con el fin de comparar los puntajes obtenidos en las tres dimensiones del cuestionario (Jugabilidad e Inmersión, Música y Coherencia Emocional, y Estado Emocional) entre la condición de música estática y música dinámica ($N = 30$). Adicionalmente, para cada comparación se calculó el tamaño del efecto correspondiente: el coeficiente Cohen's d en el caso de las pruebas t de Student, y el coeficiente de correlación biserial por rangos (r) en el caso de la prueba de Wilcoxon, con el fin de complementar la significancia estadística con una medida de la magnitud de las diferencias observadas. Es de suma relevancia destacar que, si bien el cuestionario en su conjunto busca validar la hipótesis, la dimensión Estado Emocional es la que contiene preguntas estrechamente vinculadas a la misma, por lo que es considerada crítica para los fines del análisis.

Tabla 6.1: Descriptives

	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
Jug_Inmer_E	30	5,487	1,096	0,2002	0,1998
Jug_Inmer_D	30	5,627	1,033	0,1886	0,1836
Mus_Co_E	30	5,150	1,636	0,2986	0,3176
Mus_Co_D	30	5,925	0,9807	0,1791	0,1655
Est_Emo_E	30	5,340	1,199	0,2189	0,2245
Es_Emo_D	30	5,587	1,139	0,2079	0,2038

Previo a la aplicación de las pruebas, se verificó el supuesto de normalidad de las diferencias mediante la prueba de Shapiro-Wilk (representado en la Tabla 6.2).

Tabla 6.2: Test of Normality (Shapiro-Wilk)

			W	p
Jug_Inmer_E	-	Jug_Inmer_D	0,9597	,304
Mus_Co_E	-	Mus_Co_D	0,9526	,198
Est_Emo_E	-	Es_Emo_D	0,9207	,028

Dado que este supuesto no se cumplió para la dimensión de Estado Emocional ($p = .028$), se procedió para esta variable la prueba no paramétrica de Wilcoxon en lugar de la t de Student.

Contrario a lo hipotetizado, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el Estado Emocional ($W = 153.0$, $p = .130$, $r = -.25$), como se observa en la Tabla 6.3 y Figura 6.1.

Tabla 6.3: Wilcoxon signed-rank test

Measure 1	Measure 2	W	z	df	p	RBC	SE RBC
Est_Emo_E	- Es_Emo_D	153,0	-1,139		,130	-0,2463	0,2130

Note. For all tests, the alternative hypothesis specifies that Est_Emo_E is less than Es_Emo_D.

Note. Wilcoxon signed-rank test.

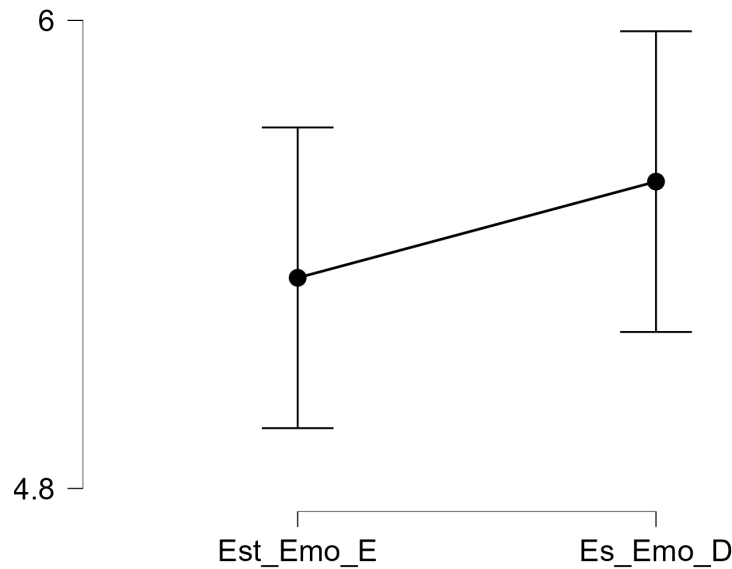


Figura 6.1: Gráfico de medias de Estado Emocional

Asimismo, no se observaron diferencias significativas en el apartado de Jugabilidad e Inmersión ($t(29) = -0.611$, $p = .546$, $d = -0.11$) entre ambas condiciones, resultado esperado dado que ambos prototipos compartían mecánicas de juego idénticas. Sin embargo, sí se encontró una diferencia significativa en Música y Coherencia Emocional ($t(29) = -2.73$, $p = .011$, $d = -0.50$), tal como se aprecia en la Tabla 6.4 y Figuras 6.2 y 6.3. Estos resultados indican que, si bien el sistema de sonido dinámico no modificó la percepción general de Jugabilidad e Inmersión (lo cual va alineado con el hecho de que ambos prototipos compartan exactamente las mismas mecánicas), sí tuvo un efecto medible sobre la percepción específica en la relación con la acción y el ambiente del juego. El sistema de dinámico por sí mismo como implementación sonora, aunque con un efecto mediano ($d = -0.50$), fue percibido con una mayor afinidad al feedback de sus acciones y estado dentro del juego.

Tabla 6.4: Paired Samples T-Test

Measure 1		Measure 2	t	df	p	Cohen's d	SE Cohen's d
Jug_Inmer_E	-	Jug_Inmer_D	-0,6114	29	,546	-0,1116	0,2156
Mus_Co_E	-	Mus_Co_D	-2,734	29	,011	-0,4991	0,2152

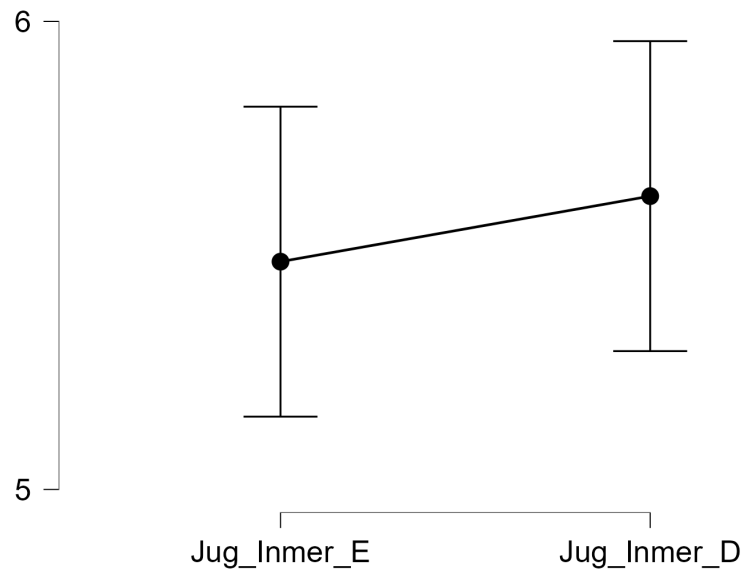


Figura 6.2: Gráfico de medias de Jugabilidad e Inmersión

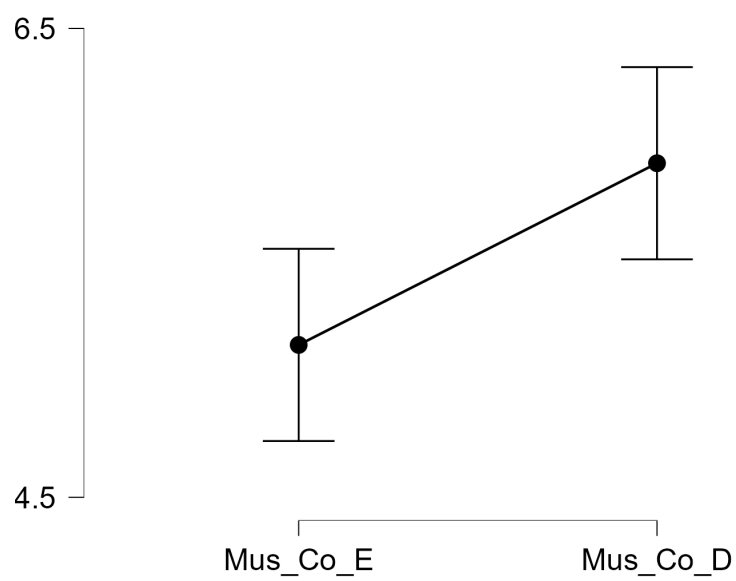


Figura 6.3: Gráfico de medias de Música y Coherencia Emocional

6.2. Análisis Cualitativo

Se realizó el análisis del contenido de los comentarios voluntarios registrados al final de cada encuesta ($n = 30$ por versión). De forma preliminar, se puede notar la existencia de opiniones variadas para cada prototipo, destacando en su gran mayoría que fue una experiencia grata, pero con varios errores técnicos en distintas áreas del prototipo (combate, animaciones o cámara).

Para el prototipo estático, se destacan las siguientes retroalimentaciones escritas por los usuarios por su completitud:

- *”En esta versión del juego pude notar mejor el sonido que hacían los enemigos al atacar por lo que pude obtener mejores puntuaciones, pero la música dinámica me metía mas al juego ese por lo menos es el único detalle que note al compararlo dejando eso el juego sigue siendo una joyita.”*
- *”De vez en cuando el movimiento del personaje era en una circunferencia lo que afectaba el manejo y puntería de los ataques, para salir de eso hay que atacar y el personaje se vuelve a mover normal. La musica era mas fuerte y mas intensa lo que hace que se conecte mas con el juego*
- *”es un poco tosco de manejar, lo jugue con mause y teclado y la camara no giraba con el mause, el dash es incomodo de hacer ya que es una combinacion de teclas, como no hay salto el dash se podria hacer con la tecla espacio solamente, la musica era plana asi que no aportaba nada fuera de lo comun al juego a parte de la abientacion”*

Para el prototipo dinámico, se contempla la siguiente serie de comentarios:

- *”El juego me pareció divertido pero hubieron algunos detalles que me distrajeron un poco, la música me gustó mucho y noté que al estar cerca de morir la música se apagaba un poco, me imagino que la intención era esa, pero me hubiera gustado que a medida que moría algún sonido se hiciera más presente, como algún sonido que me haga entender que estoy en peligro. Además de eso en un momento la música se detuvo completamente y siguió así hasta que morí, también en el combate habían algunos movimientos que eran complicados de apuntar debido a que la cámara no se podía mover libremente, entonces generalmente fallaba los ataques en área, eso me frustró un poco un momento.*

También siento que con el combo en área con furia falta feedback visual y sonoro ya que sentía que el ataque no hacía nada a los enemigos, pero quizás solo era que faltaba el sonido de golpe.”

- *”la cámara se movía más con las teclas que con el mouse lo que complicaba un poco el apuntar a los enemigos. A veces el personaje se movía en una circunferencia cuando intentaba girar sin antes atacar, alguno enemigos (2 en los 15 min) se quedaron pegados en su lugar y no atacaban. La música era acorde al ambiente y a la visual.”*
- *”Sentí que la música encajó perfecto con el entorno del videojuego, todo me pareció bastante complementado y parecía pertenecer todo a un mismo mundo. Sin embargo, me hubiera gustado que el personaje pudiera saltar.”*

Luego del análisis preliminar, y con el fin de ordenar los resultados, cada comentario fue clasificado bajo dos dimensiones:

1. Una clasificación primaria según el valor percibido del feedback (Positiva, Neutra, Negativa o Indefinible, esta última asignada a comentarios ausentes o sin evaluación clara).
2. Una clasificación secundaria según la temática del feedback (Música, Jugabilidad, Bug, Diseño, Sugerencia o No Especificado). Cabe destacar que, a diferencia del criterio anterior, esta categorización fue creada solo para identificar precisamente el tipo de comentario escrito por los usuarios, y así seleccionar con mayor eficiencia las que sean pertinentes al tema de la investigación.

Los resultados de la clasificación primaria se presentan en la Figura 6.4. En la versión estática, el 43 % (n=13) de los comentarios fue clasificado como Positivo, 40 % (n=12) como Indefinible, 10 % (n=3) como neutro y 7 % (n=2) como negativo. En la versión dinámica, la proporción de comentarios Positivos fue levemente superior con un 47 % (n=14), con una disminución en la proporción de comentarios Indefinibles (33 %, n=10), y manteniéndose similares las categorías Neutra (13 %, n=4) junto con la Negativa (7 %, n=2).

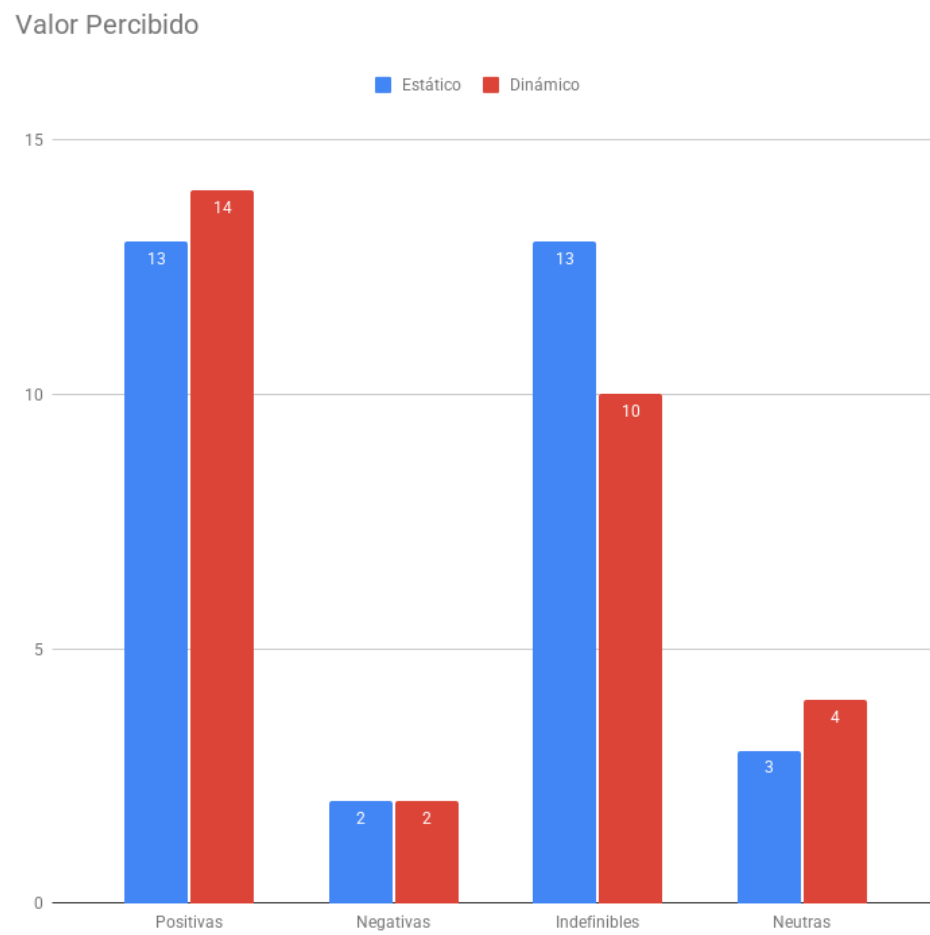


Figura 6.4: Gráfico comparativo de respuestas tipo Valor Percibido

Si bien la diferencia entre versiones es ligera, la tendencia positiva es consistente con la dimensión Estado Emocional, donde la condición dinámica mostró una media descriptivamente superior. Algunos comentarios particulares ilustran esta percepción de mayor Coherencia Musical en la versión dinámica: un participante señaló que "(...)la música dinámica me metía mas al juego"(prototipo estático), mientras que otro indicó que "los cambios sutiles en la música mejoraban el ritmo del juego"(prototipo dinámico), y otro directamente explicitó su preferencia al dinámico con "Se nota la ausencia de dinamismo en la música, pero no es necesariamente peor para el tipo de juego, disfruté por igual ambas versiones, pero preferiría jugar la v2."(prototipo estático).

6.3. Interpretación

En estricto rigor, la hipótesis no fue respaldada por los datos obtenidos: no se encontró evidencia suficiente de que la música dinámica incremente la inmersión emocional respecto a la estática (Estado Emocional, $p = .130$, $r = -0.25$, efecto pequeño). Sin embargo, la significancia estadística del apartado Música y Coherencia Emocional ($p = .011$, $d = -0.50$, efecto mediano) sugiere que el sonido dinámico, como implementación de diseño, es percibido como más coherente para los usuarios con la acción y el ambiente de juego que el estático. Esto es consistente con el análisis cualitativo del Valor Percibido, donde la proporción de comentarios positivos fue superior en la versión dinámica (47 %) respecto a la estática (43 %), tomando en consideración que es una diferencia pequeña y no debe caer en sobreinterpretaciones.

Este patrón de resultados (una diferencia significativa en Música y Coherencia Emocional pero no en Estado Emocional) sugiere que ambas dimensiones, si bien relacionadas, no son equivalentes. La coherencia percibida entre la música y la acción parece depender directamente del diseño sonoro en sí (la capacidad de FMOD de reaccionar a la vida del jugador o el combo), por lo que resulta razonable que los usuarios notaran y valoraran esta reactividad de forma casi inmediata. La inmersión emocional, en cambio, es un constructo mas complejo. De acuerdo a lo expuesto en el Marco Teórico, alcanzar los niveles profundos de inmersión requiere la convergencia de múltiples factores, entre ellos el desafío de rejugabilidad, el control del jugador y la retroalimentación del sistema en conjunto y no únicamente del sistema sonoro[7, 8]. En este sentido, es posible que la música dinámica funcione como un amplificador de

la experiencia, pero no como un factor suficiente por sí solo para modificar de forma sustancial el estado emocional general de los jugadores, especialmente en sesiones de prueba breves (15 minutos o menos) y un prototipo aún en etapa intermedia de desarrollo, donde otros elementos de la experiencia como el arte, la IA de los enemigos o los errores técnicos pudieron competir por la atención emocional del usuario.

En conjunto, estos resultados sugieren que la magnitud de la diferencia entre ambos sistemas de sonido, aunque presente en la dimensión de coherencia percibida, no es lo suficientemente significativo como para reflejarse de forma consistente en la inmersión emocional general de los jugadores.

7. Conclusiones

7.1. Limitaciones del Estudio

Antes de concluir la investigación, es de importancia reconocer una serie de factores que pudieron haber influido en los resultados obtenidos, y que constituyen limitaciones a considerar en la interpretación de los mismos.

En primer lugar, el tamaño de la muestra ($N = 30$) es relativamente reducido para un diseño experimental de este tipo, lo cual limita el poder estadístico del estudio para detectar efectos de magnitud pequeña, como los observados en la dimensión Estado Emocional ($r = -0.25$). Es posible que un efecto real, aunque sutil, exista y no haya sido detectado con la certeza necesaria debido a la muestra.

En segundo lugar, el estado de desarrollo en el que se entregaron los prototipos. La presencia de errores técnicos (*bugs*), reportados frecuentemente en los comentarios cualitativos de los participantes (por ejemplo, fallos en animaciones, colisiones o controles), pudo haber interferido con la experiencia de inmersión general, independientemente del sistema de sonido sujeto a evaluación, dificultando la búsqueda del efecto específico atribuible a la música.

En tercer lugar, no puede descartarse un posible sesgo atribuido de la conciencia de los participantes de estar siendo evaluados dentro de un contexto de prueba formal, fenómeno descrito como efecto Hawthorne [25]. Este sesgo puede llevar a los participantes a modificar, consciente o inconscientemente, sus respuestas o su comportamiento en función de lo que perciben como el objetivo del estudio, o a responder de manera más favorable de lo que reflejaría su experiencia genuina.

7.2. Impacto de resultados

Si bien los resultados no permiten confirmar estadísticamente que la música dinámica incremente la inmersión emocional respecto a la estática, la magnitud de diferencias observadas sugiere que, desde la perspectiva de la experiencia general del jugador, ambos sistemas de sonido resultan comparables en su capacidad de sostener la inmersión. Esto tiene una implicancia práctica relevante para el diseño de videojuegos Hack and Slash: la elección entre un sistema de sonido estático o dinámico no representaría en sí misma un factor determinante para garantizar una experiencia emocionalmente inmersiva, sino que ambas propuestas son viables dependiendo de las capacidades técnicas y de producción del equipo de desarrollo.

No obstante, el hallazgo significativo en la dimensión de Música y Coherencia emocional indica que, aunque ambos sistemas sean funcionalmente válidos en términos de inmersión general, el sistema dinámico ofrece un beneficio adicional y medible en cómo los jugadores perciben la integración entre el sonido y sus acciones, aunque no sea estrictamente necesario para lograr niveles de inmersión emocional comparables a un sistema estático.

7.3. Trabajos futuros

La escasa disponibilidad de fuentes que aborden el efecto de la música dinámica sobre la inmersión emocional en videojuegos abre la posibilidad de explorar la misma hipótesis en múltiples géneros adicionales. Por una parte, resultaría pertinente estudiar géneros con una dinámica de acción similar, como el Beat 'em Up, dado que comparte con el género Hack and Slash una estructura de combate intensa y un ritmo de juego acelerado donde la música dinámica podría desempeñar un rol similar al obtenido. Por otra parte, también sería valioso extender esta línea de investigación a géneros completamente diferentes, como juegos narrativos de estrategia o de terror, con el fin de determinar si el efecto de la música dinámica varía según el tipo de experiencia de juego. Asimismo, futuras investigaciones podrían abordar las limitaciones metodológicas identificadas en el presente estudio, incorporando, por ejemplo, un tamaño muestral mayor. Cabría esperar que estudios posteriores, aplicados a distintos productos de la industria, contribuyan a esclarecer progresivamente esta problemática, para la cual el presente trabajo constituye un primer acercamiento.

Bibliografía

- [1] Léo F. Smith. The effect of dynamic music in video games: An overview of current research. Bachelor's thesis, Department of Game Design, Uppsala Universitet, 2020. Supervisors: Mikael Fridenfalk, Hans Svensson; Examiner: Masaki Hayashi.
- [2] Scott D. Lipscomb and Sean M. Zehnder. Immersion in the virtual environment: The effect of a musical score on the video gaming experience. In *Journal of Physiological Anthropology and Human Applied Science*, pages 337–343. 2004.
- [3] William Forde Thompson, Lena Quinto, et al. Music and emotion: Psychological considerations. *The aesthetic mind: Philosophy and psychology*, pages 357–375, 2011.
- [4] Jiulin Zhang and Xuemei Gao. Background music matters: Why video games lead to increased aggressive behavior? *Entertainment Computing*, pages 91–100, 2014.
- [5] Ankur Joshi, Saket Kale, Satish Chandel, and D. Pal. Likert scale: Explored and explained. *British Journal of Applied Science and Technology*, 7:396–403, 2015.
- [6] Tae Kyun Kim. T test as a parametric statistic. *Korean Journal of Anesthesiology*, 68(6):540–546, 2015.
- [7] Manuel Armenteros and Marta Fernández. Inmersión, presencia y flow. *Contratexto*, (19):165–177, 2011.
- [8] Jenova Chen. Flow in games (and everything else). *Communications of the ACM*, 50(4):31–34, 2007.
- [9] Sebastian Domsch. *Storyplaying: Agency and narrative in video games*. De Gruyter, 2013.

- [10] Kevin J Donnelly, William Gibbons, and Neil Lerner. Music in video games. *All Your Bass are Belong to Us (= Routledge Music and Screen Media Series)*, New York, 2014.
- [11] Erika Corona, Filippo Eros Pani, et al. A review of lean-kanban approaches in the software development. *WSEAS transactions on information science and applications*, 10(1):1–13, 2013.
- [12] Laura Castellano Lendínez. Kanban. metodología para aumentar la eficiencia de los procesos. *3c Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(1):30–41, 2019.
- [13] David Abbott. Using fmod studio with unity. *Unpublished Bachelor’s Thesis*, 2023. Available in PDF form, 55 pages.
- [14] Image-Line. Fl studio. <https://www.image-line.com>, 2025. Sitio web oficial.
- [15] Mario Morel, José René Santacruz, Teresa de Jesús Figueroa, and Carmen Suyapa Oseguera. El estado del arte / estado de la técnica y la investigación científica y tecnológica. *Pensamiento Científico*, 2018.
- [16] Supergiant Games. Hades. <https://store.steampowered.com/app/1145360/Hades/>, 2020. Videojuego para PC, disponible en Steam.
- [17] Sam Hughes. Hades – audio design with darren korb, 2021.
- [18] Team Cherry. Hollow knight. https://store.steampowered.com/app/367520/Hollow_Knight/, 2017. Videojuego para PC, disponible en Steam.
- [19] Ken Schwaber and Jeff Sutherland. La guía de scrum. *Scrumguides. Org*, 1:21, 2013.
- [20] M Figueroa and A Gustavo. La metodología de la elaboración de proyectos como una herramienta para el desarrollo cultural. 2005.
- [21] Adelaida Delgado, Antoni Lluís Mesquida, and Antonia Mas. Utilización de trello para realizar el seguimiento del aprendizaje de equipos de trabajo. *Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (20es: 2014: Oviedo)*, 2014.
- [22] Jacob M Rigby, Duncan P Brumby, Sandy JJ Gould, and Anna L Cox. Development of a questionnaire to measure immersion in video media: The film ieq. In *Proceedings*

of the 2019 ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video, pages 35–46, 2019.

- [23] Wijnand A IJsselsteijn, Yvonne AW De Kort, and Karolien Poels. The game experience questionnaire. 2013.
- [24] Carmen Van Ommen, Pitch Sinlapanuntakul, Joseph R Keebler, and Barbara S Charro. Validation of the guess-18 for video game players with disabilities. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 67, pages 393–398. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, 2023.
- [25] John G Adair. The hawthorne effect: a reconsideration of the methodological artifact. *Journal of applied psychology*, 69(2):334, 1984.

A. Game Design Document del proyecto

El proceso de diseño de The Benchmark fue concebido en este documento.

B. Videos de demostración de The Benchmark

La evidencia del trabajo final se encuentra en este enlace.

C. Carta Gantt del proyecto

La planificación ordenada del proyecto, considerando sus objetivos específicos y sus respectivas actividades, puede ser encontrado en este documento.

D. Cuestionario de satisfacción

Para obtener las opiniones de los usuarios sometidos a las pruebas de ambos prototipos se diseñó una encuesta utilizando la escala de Likert para obtener valores cuantitativos y una sección para datos cualitativos.

- Cuestionario de la versión estática
- Cuestionario de la versión dinámica

E. Consentimiento informado

El consentimiento informado aplicado en los usuarios de las pruebas puede ser leído mediante este link.