

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
VALPARAÍSO - CHILE



“IMPLEMENTACIÓN DE AUDIO INMERSIVO AVANZADO Y SU IMPACTO EN LA PERCEPCIÓN DE CALIDAD DE UN PRODUCTO DE VIDEOJUEGO”

ESTEBAN ARIEL MANRÍQUEZ CORTÉS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: Sven von Brand
Profesor Correferente: Pedro Godoy

Julio - 2025



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: Implementación de audio inmersivo avanzado y su impacto en la percepción de calidad de un producto de videojuego

Nombre del candidato(a): Esteban Ariel Manríquez

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Informática

Campus: Casa Central Valparaíso ; **Departamento:** Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Sven von Brand Laredo, 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: 30/07/2025

; Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 30/07/2025

; 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.

DEDICATORIA

A mi familia, por su amor incondicional y su apoyo constante en cada paso de este largo camino.

A mis amigos, por estar siempre presentes con una palabra de ánimo, unas risas y su compañía, incluso en los momentos más difíciles de este proceso.

Y a mí mismo, por no rendirme y seguir adelante a pesar de todo. Se logró.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todos aquellos que formaron parte de este extenso proceso de investigación y escritura. En especial, quiero dar gracias a mi familia, que estuvo siempre apoyandome durante todo el proceso, siempre dandome fuerzas para continuar.

Agradezco a mis amigos, por todas esas noches de juego que me ayudaron a despejarme y a seguir adelante. Por todos esos momentos llenos de alegrías y por todas esas risas. También quiero dar las gracias, a mi profesor, Sven von Brand. Gracias por darme la idea para este trabajo. Gracias por todos los consejos y la ayuda, a pesar de su poco tiempo disponible, especialmente en la última fase antes de la entrega final.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que, con una palabra, con una frase casual, o bien, una simple sonrisa, me impulsaron a seguir avanzando y continuar para llegar a donde estoy hoy, porque jamás creí que llegaría a este punto.

RESUMEN

Resumen— Los videojuegos son productos multidisciplinarios que combinan narrativa, programación, diseño visual y sonido para crear experiencias interactivas. La presente memoria se centra específicamente en el apartado sonoro de un videojuego, proponiendo un proceso de trabajo orientado al desarrollo de un sistema de audio inmersivo dentro de un videojuego y evaluando su impacto en la experiencia de usuario mediante pruebas controladas.

Palabras Clave— Videojuegos; Experiencia de usuario; Audio inmersivo; Inmersión.

ABSTRACT

Abstract—Video games are multidisciplinary products that combine narrative, programming, visual design, and sound to create interactive experiences. This thesis focuses on the design and evaluation of an immersive audio system implemented in a video game prototype, aiming to analyze its impact on user experience perception through a controlled testing methodology.

Keywords— Video games; User Experience; Immersive Audio; Immersion.

GLOSARIO

- DX: Familia de sonidos para los diálogos. Todo Discurso hablado.
- MX: Música. Toda música no diegética. En otras palabras, música que no pueden oír los personajes dentro del juego.
- SFX: Efectos de sonido. Todos los sonidos hechos por un objeto real dentro del juego.
- FOL: Foley. Todo efecto de sonido realizado por el jugador.
- BG: *Backgrounds* - Ruido del ambiente.
- GameObject: Unidad básica y fundamental de Unity que representa cualquier objeto dentro de una escena, ya sea visible o invisible. Por sí solos no poseen funcionalidades específicas pero actúan como contenedores a los que se les añaden componentes que determinan su comportamiento, apariencia o interacción.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	IV
ABSTRACT	IV
GLOSARIO	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1 Objetivos	3
CAPÍTULO 2: MARCO CONCEPTUAL	4
2.1 Música y audio en videojuegos	4
2.1.1 Audio	4
2.1.2 Tipologías de Música en Videojuegos	4
2.2 Efectos de las decisiones de diseño en la experiencia del jugador	7
2.3 Diseño de sonido en videojuegos	9
2.3.1 Familias de Sonidos en Videojuegos	10
2.3.2 El propósito de los sonidos en los videojuegos	11
2.3.3 Cuándo y Cómo Implementar un Efecto de Sonido	11
2.3.4 Preguntas Claves para el Diseño de Efectos de Sonido	12
2.3.5 Consideraciones de implementación	12
2.4 Experiencia de Usuario en videojuegos	13
2.4.1 Inmersión y flujo	14
2.4.2 Evaluación de la experiencia auditiva	14
2.4.3 Audio como mediador de Agencia y Narrativa	15
2.5 Herramientas de audio en Unity	16
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	19
3.1 Wwise y Unity	19
3.2 WwiseAdventureGame(WAG)	21
3.2.1 Ambientes seleccionados para la implementación de audio inmersivo	22
3.3 Lista de sonidos implementados	28
3.3.1 Consideraciones previas	28
3.3.2 Sonidos en la Villa inicial (Village)	30
3.3.3 Sonidos en el bosque (Woodlands)	39
3.3.4 Sonidos en la cueva (Cave)	43
3.3.5 Sonidos en el bosque de pinos (Pine Forest)	46
3.4 Evaluación de la experiencia del usuario	51

3.4.1	Diseño Experimental	51
3.4.2	Participantes	52
3.4.3	Instrumentos de medición	52
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN		54
4.1	Análisis de resultados	54
4.1.1	Preparación de datos	54
4.1.2	Estructura de los datos	54
4.1.3	Resultados cuantitativos por pregunta	54
4.1.4	Resultados agrupados por dimensiones/categorías	56
4.1.5	Análisis e interpretación	56
4.1.6	Resumen cualitativo de las respuestas abiertas	57
4.1.7	Observaciones e hipótesis sobre la ausencia de diferencias significativas en algunas dimensiones	58
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES		59
5.1	Cumplimiento de Objetivos	59
5.1.1	Objetivo General	59
5.2	Trabajo futuro	60
5.2.1	Mejoras al sistema de audio implementado	60
5.2.2	Futuros estudios	60
5.3	Reflexión final: Impacto de un sistema de audio inmersivo en el desarrollo comercial de videojuegos	60
5.4	Palabras Finales del Autor	61
ANEXOS		62
6	ANEXO A: Conceptos técnicos de Wwise y mezcla de audio	62
7	ANEXO B: Resultados de la encuesta en detalle	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		67

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Ejemplos de videojuegos con distintos grados de música adaptativa y generativa.	5
2	Captura del juego Pillars of Eternity.	6
3	Presencia y sus dimensiones.	9
4	Familias de sonidos.	11
5	Captura del juego Rabbit and Steel.	16
6	Ciclo de datos Wwise-Unity	20
7	Pantalla de título: Wwise Adventure Game(WAG).	22
8	Villa inicial: Wwise Adventure Game(WAG).	23
9	Planta corrupta: Wwise Adventure Game(WAG).	24
10	Bosque: Wwise Adventure Game(WAG).	25
11	Cabeza flotante: Wwise Adventure Game(WAG).	26
12	Bosque de pinos y arbusto caminante: Wwise Adventure Game(WAG).	27
13	Cartel indicando el fin del test	28
14	Pozo dentro de la Villa	30
15	Curva de atenuación S	31
16	Forja del herrero	33
17	Cabaña del mago dentro del bosque de pinos	46
18	Flujo de evaluación de la experiencia del usuario	53
19	Promedio de respuestas para cada pregunta por versión	55
20	Promedio de cada dimensión/categoría para cada versión	56
21	Buses de audio: Wwise Adventure Game	62

ÍNDICE DE TABLAS

1	Comparación entre Unity Audio, FMOD Studio y Wwise	18
2	Elementos clave de Wwise y su implementación en Unity	20
3	Plantilla de documentación de sonidos implementados con Wwise	29
4	Promedio de respuestas por pregunta según versión del juego.	55
5	Promedio de cada categoría por versión del juego.	56
6	Resultados de la encuesta por participante – Versión A	63
7	Resultados de la encuesta por participante – Versión B	65
8	Tiempos SCT Avance de Memoria.	66

INTRODUCCIÓN

Los videojuegos ocupan un lugar central en la era digital actual, posicionándose no solo como una forma de entretenimiento, sino también como una industria que reúne diversas disciplinas tales como programación, diseño visual, narrativa, arte, música, entre otros. De esta forma, los videojuegos son un medio de naturaleza multidisciplinaria, un producto complejo donde cada uno de sus componentes contribuye a la experiencia final que se le entrega al jugador. No obstante, se suele analizar el videojuego como un todo, sin detenerse a evaluar el impacto que tiene cada uno de estos elementos en la percepción de calidad del producto terminado.

En particular, el audio y la música han demostrado ser factores clave para construir atmósferas, reforzar narrativas y aumentar la inmersión dentro del ambiente virtual. Incluso considerando esto, su influencia concreta en la experiencia del usuario sigue siendo un tema abierto, tanto académicamente como profesionalmente.

En esta memoria se plantea el desarrollo e implementación de un sistema de audio inmersivo en un prototipo de videojuego en Unity, utilizando herramientas reconocidas en la industria como Audiokinetic Wwise. La propuesta se centra en modificar un proyecto base, específicamente *Wwise Adventure Game*, para implementar técnicas de audio inmersivo, con el fin de evaluar el impacto de dichas técnicas en la experiencia del jugador.

La metodología a emplear consiste, en primer lugar, en una revisión teórica de los conceptos relacionados con el audio en videojuegos, música adaptativa y generativa, experiencia de usuario y métricas respectivas. Posteriormente, se realizará el diseño, implementación e integración del sistema de audio en el prototipo utilizando Wwise y Unity, documentando tanto el proceso técnico como las decisiones de diseño elegidas.

Finalmente, se llevará a cabo un test de usuarios utilizando test A/B con versiones del juego con y sin el sistema de audio implementado y cuestionarios estandarizados como el *Game Experience Questionnaire (GEQ)* que mide distintas dimensiones de la experiencia de usuario en videojuegos.

La estructura de este documento se organiza de la siguiente forma:

- En el **Capítulo 1** se define el problema y los objetivos de este trabajo.
- En el **Capítulo 2** se define el marco conceptual, explorando el estado del arte del audio en videojuegos, el diseño sonoro en videojuegos, la experiencia de usuarios y herramientas de audio utilizadas en el contexto de Unity.
- En el **Capítulo 3** se describe en detalle la propuesta de solución, abarcando el diseño, implementación y metodología experimental.
- En el **Capítulo 4** se presenta la validación de la solución mostrando los resultados obtenidos a partir de las pruebas realizadas con usuarios.
- En el **Capítulo 5** se exponen las conclusiones del trabajo y posibles trabajos futuros tanto en desarrollo como investigación.

CAPÍTULO 1

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La industria de los videojuegos es un sector que no deja de crecer, con proyecciones que estiman ganancias globales de **\$522.5 billones de dólares** para el año 2025 [Helplama, 2025]. Sólo en el año 2024, se publicaron **15.422 videojuegos** en la plataforma *Steam* [Statista,], lo que refleja no solo el auge del mercado, sino que a su vez su alta competitividad. A pesar de la gran variedad de géneros existentes, son pocos los títulos que logran destacarse de manera significativa, tanto a nivel de público como de industria, lo que hace aún más desafiante el poder llegar a alcanzar un impacto duradero.

El desarrollo de un videojuego involucra un proceso multidisciplinario, donde disciplinas como narrativa, programación, arte, música y diseño de sonido convergen para dar una forma cohesiva a un producto final.

Dependiendo del alcance del mismo, los costos pueden oscilar entre **\$10.000 y 1 millón de dólares** para producciones independientes o *Indie*¹[jue, 2023]). Cada una de estas disciplinas contribuye desde su área para asegurar un estándar de calidad elevado en el producto final.

Dentro de este contexto, la experiencia de usuario es un factor clave para lograr que un videojuego destaque en el mercado y permanezca en la memoria de los jugadores. Sin embargo, debido precisamente a esta característica multidisciplinaria del medio, es común que no se analice de forma detallada el impacto específico de cada uno de los diversos componentes en la experiencia del jugador, o bien, la percepción que tiene el jugador respecto al videojuego. El profundizar en cómo influyen estas áreas facilitaría el diseño de experiencias más inmersivas y de mayor calidad, aumentando de esta forma las posibilidades de éxito comercial y cultural del videojuego.

Entre las distintas dimensiones que conforman un videojuego, el apartado de audio y sonido suele quedar relegado a un segundo plano, pese a su gran importancia a la hora de construir atmósferas, reforzar las mecánicas de juego y en la transmisión de emociones. Aspectos como la coherencia entre el sonido y las acciones del jugador, la adaptabilidad del audio frente a cambios en el entorno virtual, o la naturaleza tanto dinámica como estática de la música, son factores determinantes que, en muchos casos, no reciben la atención necesaria. La correcta implementación de sistemas de audio inmersivo, que contemplen diversas variables como la ya mencionada música adaptativa, generación procedural de sonido o la integración de efectos tridimensionales basados en la posición de objetos, son fundamentales para potenciar la percepción de la calidad e inmersión por parte del jugador.

¹El término indie es utilizado para referirse a todo videojuego creado por desarrolladores independientes

1.1. Objetivos

Los objetivos de esta memoria se describen con más detalles a continuación:

- **Objetivo general:** Desarrollar e implementar un sistema de audio inmersivo avanzado en un prototipo de videojuego utilizando un *template* de Unity, y evaluar su impacto en la percepción de calidad y experiencia del usuario mediante pruebas controladas.
- **Objetivos específicos:**
 - **Revisión y selección de tecnologías de audio inmersivo:** Realizar un análisis comparativo de diversas tecnologías y métodos actuales de implementación de audio y música en videojuegos, como el uso de middleware (FMOD, Wwise) o herramientas nativas de Unity, para seleccionar la más adecuada según criterios de inmersión, flexibilidad y escalabilidad.
 - **Identificación del prototipo de videojuego a utilizar:** Investigar y seleccionar un *template* de proyecto disponible en Unity Assets Store o lugares similares (donde el proyecto en Unity se encuentre disponible) que permita una implementación eficiente del modelo de audio seleccionado, considerando a su vez aspectos como género, interacción y compatibilidad técnica.
 - **Desarrollo e implementación del sistema de audio inmersivo:** Diseñar e integrar un sistema de audio inmersivo que incluya música dinámica, efectos de sonido interactivos y ambientaciones sonoras adaptativas en el prototipo elegido, de forma de poder maximizar la sensación de inmersión.
 - **Evaluación de la experiencia de usuario:** Diseñar y realizar un proceso de pruebas con usuarios para medir la percepción de calidad e inmersión antes y después de la implementación del sistema de audio, empleando métricas cualitativas y cuantitativas como cuestionarios, entrevistas y análisis de datos.
 - **Análisis de resultados y conclusiones:** Analizar los datos recolectados durante las pruebas con usuarios para identificar patrones y validar hipótesis sobre el impacto del audio inmersivo en la percepción de la calidad, generando conclusiones para futuras aplicaciones en el desarrollo de videojuegos.

En el siguiente capítulo se abordarán con más detalles las distintas implementaciones y técnicas utilizadas en la industria.

CAPÍTULO 2

MARCO CONCEPTUAL

Antes de abordar la propuesta de solución, primero es necesario comprender en mayor profundidad los distintos tipos de implementación de música y audio en videojuegos, además de cómo el impacto que estas decisiones de diseño pueden tener en la experiencia del jugador. Se explorarán conceptos claves relacionados con el área de diseño de sonidos en videojuegos, incluyendo música adaptativa y generativa, además de revisar las herramientas que actualmente se utilizan para medir la experiencia de usuario en este contexto.

2.1. Música y audio en videojuegos

2.1.1. Audio

El audio en videojuegos se clasifica habitualmente en tres categorías principales: *habla*, *sonidos o efectos*, y *música* [Sweet, 2015].

- **Habla (Voice):** Corresponde a las líneas de diálogo u otras vocalizaciones generadas por personajes dentro del videojuego.
- **Sonidos/Efectos (SFX):** Incluyen todo audio que es aperiódico² y no musical, como sonidos ambientales, efectos de interacción o retroalimentación. Por ejemplo, el sonido del viento moviendo unas hojas o bien, usando un ejemplo del medio, el sonido de Mario saltando al apretar un botón [Sweet, 2015].
- **Música:** Composición sonora que expresa ideas o emociones a través de ritmo, melodía y armonía [Dictionary.Com,], y que, además, en videojuegos refuerza la ambientación y las emociones del jugador.

2.1.2. Tipologías de Música en Videojuegos

Tradicionalmente, la música en videojuegos se implementa de forma lineal, asignada a segmentos, estados específicos del juego (*game states*) o niveles³. Esta música se reproduce en bucle (*loop*) para cubrir la duración de dichas secciones. Sin embargo, existen dos enfoques avanzados que extienden esta práctica:

²Que no se repite en intervalos regulares

³Nivel se refiere a una sección o área de un videojuego que está delimitada del resto

- **Música Adaptativa (Interactive Music):** Es aquella que reacciona dinámicamente a las variables del juego, como la posición del jugador, el nivel de peligro actual, o el ritmo de juego [Plut y Pasquier, 2020]. Puede alterar tempo, volumen o instrumentación para adaptarse a diferentes situaciones de una forma más fluida. Un ejemplo típico es el aumento de la intensidad musical al entrar en combate.
- **Música Generativa (Procedural Music):** Se refiere a aquella música creada automáticamente en tiempo real mediante algoritmos, generando combinaciones potencialmente infinitas. A diferencia de la música adaptativa, no depende necesariamente de estados ya definidos, sino que responde de manera más libre a los inputs o acciones llevadas a cabo por el jugador.

Existe el debate sobre si toda música en videojuegos puede ser considerada, en cierto grado, generativa, debido a su interacción con el jugador. La verdadera música generativa se distingue por su producción sistemática y automatizada independiente de bucles o composiciones pregrabadas. [Collins, 2009]

En la figura 1 se presentan ejemplos de videojuegos que utilizan música generativa, adaptativa, o bien una combinación de ambas, así como su relación con la música que está compuesta manualmente (Eje *Composed*) según [Plut y Pasquier, 2020].

Generative	Spore	DOOM(2016)
Composed	Mega Man Shovel Knight	Final Fantasy XV Luftrausers
	Linear	Adaptive

Figura 1: Ejemplos de videojuegos con distintos grados de música adaptativa y generativa.
Fuente: Plut y Pasquier, 2020.

La mayoría de videojuegos tienen una banda sonora que dura entre 1 y 4 horas, pero que a su vez, en términos de *gameplay* tienen una duración que puede ir desde las 6 hasta sobre las 100 horas.[Cullimore *et al.*, 2014] Esto puede llevar a que el jugador escuche la misma pieza musical de forma repetida. Si bien la repetición es un elemento importante dentro de la música, el uso excesivo de esta repetición puede llevar a romper la inmersión que ya se tenía construida. Un factor bastante importante a considerar dentro del uso de música que se repite es el costo. Por ejemplo, *Pillars of Eternity* [J. Sawyer, 2015] tome un promedio de 60 horas en ser completado. Si estas 60 horas de *gameplay* estuvieran llenas de música única, compuesta por un equipo, el presupuesto del juego sería casi el doble [Plut y Pasquier, 2020].

Un sistema generativo de música puede proporcionar una cantidad de contenido mucho mayor a la capacidad que un compositor sería capaz de entregar. De esta forma, para juegos

como *Pillars of Eternity*, es posible llenar estas 60 horas de *gameplay* con música única a un costo muchísimo menor que el costo que sería componer dichas 60 horas de música.

La música adaptativa permite que la música se pueda alinear de forma más cercana con las acciones del jugador; además, ha mostrado tener un mayor efecto en la tensión sentida por el jugador [Plut y Pasquier, 2019a]. Sin embargo, la música adaptativa no necesariamente será capaz de alinearse con la gran amplitud de posibilidades de *gameplay*. La música generativa puede ser compuesta en tiempo real a medida que el jugador interactúa con el juego, permitiendo una mejor adaptación a las acciones del mismo.



Figura 2: Captura del juego Pillars of Eternity.
Fuente: Pillars of Eternity, 2015.

Si bien la música generativa-adaptativa se está volviendo cada vez más prominente en la industria, la música *Linear-Composed* representa la mayoría de la música de videojuegos, mientras que la música generativa sigue manteniéndose de nicho tanto en la industria como en la academia. [Plut y Pasquier, 2019b]

Otra razón de que la música generativa no haya recibido atención generalizada en la industria es que muchas veces puede ser impredecible y difícil de controlar. El director de audio de *No Man's Sky*, Paul Weir, menciona que la música generativa fue utilizada en el juego aún sabiendo que podría producir 'peor' música que la música compuesta. [nom,]

Los videojuegos requieren de una gran cantidad de presupuesto para su producción, llegando algunos incluso a costar **cientos de millones de dólares** [Sweet, 2014], y utilizar nueva tecnología también requiere de una inversión. De esta forma, es entendible que las compañías de videojuegos no estén invirtiendo en este nuevo tipo de tecnologías, que traen el riesgo de producir peor música, comparado a simplemente utilizar música compuesta. Pero esta falta de inversión a nivel industria también significa que mientras hay investigaciones académicas en esta área, las cuales producen sistemas más avanzados, estas investigaciones

se llevan a cabo sin la colaboración de la industria, lo que limita los sistemas académicos. [Plut y Pasquier, 2019b]

A pesar de que existen investigaciones académicas respecto a la música generativa en videojuegos, estas todavía se encuentran en una etapa temprana. A menudo, sistemas que tienen como objetivo ser integrados a videojuegos terminan sin ser integrados [Cullimore *et al.*, 2014]. Adicionalmente, las decisiones de diseño para muchos de estos sistemas se basan sólo en práctica y teoría [Engels *et al.*, 2021]. Finalmente, la evaluación de sistemas generativos a menudo ocurre con unos pocos videojuegos [Plut y Pasquier, 2019b] o bien sin ninguna integración.

Ya que no existen metas claras e informadas, los beneficios de la música generativa en los videojuegos no han sido demostrados aún. Esto trae consigo menos oportunidades de una colaboración entre la industria y la academia para que haya un avance significativo en el área.

Finalmente, otro reto en la discusión sobre música generativa en videojuegos es la inconsistencia en la terminología. Existe una gran variedad de términos que no están bien definidos, carecen de consenso y, a menudo, se usan de manera errónea. [Sweet, 2015]

Comprender las diferencias entre música lineal, adaptativa y generativa nos es fundamental para el presente trabajo, cuyo objetivo es la implementación y evaluación de un sistema de audio inmersivo en un videojuego prototipo utilizando tecnologías de la industria.

2.2. Efectos de las decisiones de diseño en la experiencia del jugador

Una vez descritas las técnicas más relevantes para la implementación de música y audio en videojuegos, resulta necesario analizar cómo estas decisiones de diseño pueden impactar directamente la percepción del jugador respecto al videojuego. Este análisis se sustenta en el concepto de *presencia*, entendido como una dimensión clave dentro de la experiencia de usuario en entornos virtuales [Caroux, 2023]. Se describen a continuación las principales dimensiones asociadas a la presencia:

- **Presencia:** Es el sentimiento o percepción de estar inmerso dentro de un entorno virtual, dejando de lado el entorno físico [Felton y Jackson, 2022]. Esto es un factor esencial dentro de la experiencia de usuario al interactuar con un entorno generado por computadora, incluyendo videojuegos.
- **Presencia espacial (o presencia física):** Define la sensación de estar físicamente dentro del entorno virtual, además de la capacidad percibida de interactuar con este entorno y sus objetos. Un ejemplo concreto de esta presencia sería el uso de audio binaural y sonido 3D, técnicas que refuerzan la inmersión al posicionar sonidos de forma precisa en el espacio. Videojuegos como *Resident Evil 7: Biohazard* aplican este principio, generando sonidos o susurros que provienen de distintas direcciones, lo que contribuye

significativamente a intensificar la sensación de estar dentro del escenario en lugar de simplemente observarlo desde el exterior.[Felton y Jackson, 2022].

- **Presencia social:** Esta dimensión describe la percepción de coexistir o compartir el espacio virtual con otros seres, ya sean personajes controlados por personas reales o personajes controlados por inteligencia artificial. Esta dimensión cobra gran importancia en el contexto de videojuegos multijugador o en aquellos que enfatizan la interacción con otros personajes.
- **Auto-presencia:** Esta dimensión describe la sensación de que el *avatar* o personaje controlado por el jugador se percibe como una extensión de su propio cuerpo, reforzando la identificación y conexión con el entorno virtual.

Dado que los videojuegos son, por definición, sistemas interactivos diseñados para ofrecer experiencias de entretenimiento [Felton y Jackson, 2022], el nivel de *presencia* (y sus diversas dimensiones) alcanzado estará directamente ligado a la calidad de la experiencia del usuario. Por lo tanto, medir y comprender estos efectos resultará fundamental para poder evaluar hasta qué punto un videojuego logra generar una experiencia inmersiva y satisfactoria para el jugador.

Presencia y sus dimensiones

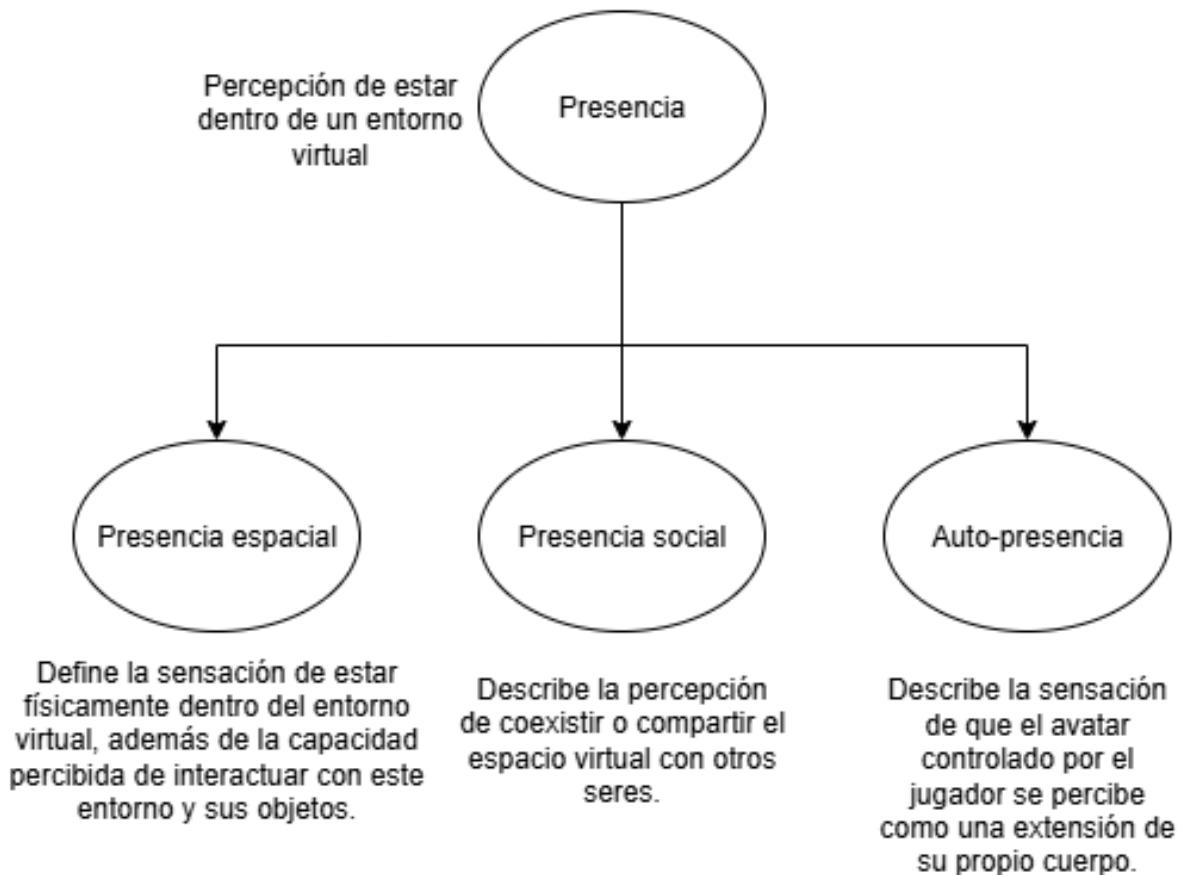


Figura 3: Presencia y sus dimensiones.

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Diseño de sonido en videojuegos

Una vez establecida la relación entre las decisiones de diseño y la experiencia del jugador, se profundiza un aspecto fundamental para la implementación de un sistema de audio inmersivo: El diseño de audio en videojuegos.

¿Qué es realmente el diseño de sonido? Más que ofrecer una definición estricta, es útil comprender qué puede lograr el diseño de sonido dentro de un entorno interactivo:

- Evocar un estado de ánimo o emociones específicas. Un sentimiento en particular.
- Sugerir o indicar una localidad geográfica determinada.
- Definir y caracterizar un personaje.

- Imitar o exagerar sonidos propios de la realidad.
- Aportar claridad o reforzar elementos de la narrativa.

Estas son tan sólo una pequeña porción de lo que se puede lograr mediante el diseño de sonido. [Cullen,]

Aunque en la vida cotidiana no solemos reflexionar sobre los diversos sonidos que nos rodean, somos capaces de reconocerlos y anticipar cómo "deberían" sonar ciertos objetos o entornos, lo que influye directamente en la credibilidad de una experiencia virtual.

2.3.1. Familias de Sonidos en Videojuegos

Dentro del diseño de sonido para videojuegos, los distintos sonidos presentes suelen clasificarse en las siguientes familias [Cullen,]:

- **DX (Diálogos):** Contempla todo discurso hablado por personajes del juego.
- **MX (Música):** Música no diegética⁴. Es decir, música que no es percibida por los personajes del juego.
- **SFX (Efectos de Sonido):** Sonidos producidos por objetos o acciones dentro del juego.
- **FOL (Foley):** Efectos de sonido generados específicamente para representar acciones del jugador.
- **BG (Backgrounds):** Sonidos ambientales o de fondo que refuerzan la ambientación del entorno del videojuego.

Aunque no todos los videojuegos requieren el uso de todas estas familias de sonido, su implementación contribuye significativamente a construir una experiencia auditiva más rica y coherente.

⁴Se entiende por diegética a toda la música que suena dentro de un medio y es escuchada por los personajes de dicho medio. Por ejemplo, si dentro de un videojuego un personaje comienza a tocar el violín, esta música será diegética, puesto que será escuchada por el resto de personajes.

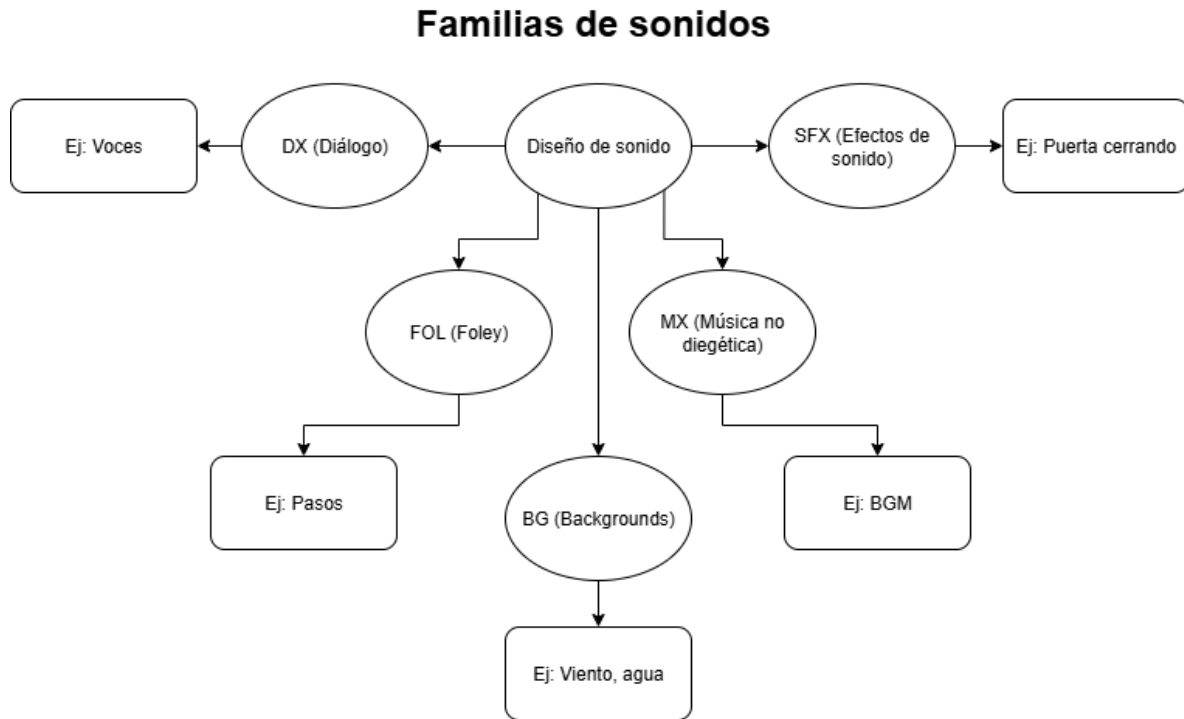


Figura 4: Familias de sonidos.
Fuente: Elaboración propia.

2.3.2. El propósito de los sonidos en los videojuegos

En general, los sonidos en videojuegos cumplen diversas funciones claves:

- Informar al jugador sobre estado de sus acciones dentro del juego (por ejemplo, salud, progreso o eventos de juego).
- Comunicar el ambiente en el que se encuentra inmerso el jugador (clima, ubicación, estado de alerta).
- Transmitir el tono o atmósfera general del juego (calma, peligro, misterio, hostilidad).

El sonido representa una de las herramientas más directas para establecer una conexión emocional con el jugador [Cullen,].

2.3.3. Cuándo y Cómo Implementar un Efecto de Sonido

Para determinar si un elemento del juego requiere un efecto de sonido, se recomienda formular las siguientes preguntas:

- ¿Este elemento se mueve?
- ¿Este elemento llama la atención por sí mismo?
- ¿Este elemento comunica información que no es visible de forma directa?
- ¿Este elemento modifica el tono o atmósfera del entorno?

Si la respuesta es afirmativa en cualquiera de estos casos, es aconsejable asociar un efecto de sonido.

En cuanto a la selección del sonido adecuado, es importante considerar el género del juego, ya que existen expectativas sonoras asociadas:

- **Juegos de acción/aventura:** Música compleja, abundante uso de diálogos (DX), una variedad de efectos de sonido (SFX).
- **Juegos móviles:** Predominancia de música simple y SFX básicos, menor presencia de elementos DX.
- **Videojuegos 8-bit:** Música y efectos sonoros simples, generalmente sin elementos DX.

Conocer estas convenciones facilita además el poder romperlas de una manera creativa, otorgando al proyecto una identidad única.

2.3.4. Preguntas Claves para el Diseño de Efectos de Sonido

- ¿De qué está hecho el objeto que genera el sonido?
- ¿Existen expectativas sobre cómo debería sonar?
- ¿Qué tipo de emoción o sensación se busca provocar con el sonido?

2.3.5. Consideraciones de implementación

Una vez creados los sonidos y efectos necesarios, su implementación técnica debe atender a varios factores para maximizar su efectividad narrativa y funcional:

1. **Repetición/Variación:** Los sonidos no deben reproducirse siempre de la misma forma. Por ejemplo, al implementar pasos, es recomendable contar con varias variantes para

cada tipo de superficie (Ej: 6 pasos por textura), y reproducirlos de forma aleatoria para evitar la fatiga auditiva ⁵ en el jugador [Cullen,]

2. **Prioridad:** Los motores de audio, como Unity o middleware especializado, permiten establecer prioridades para decidir qué sonidos se escucharán cuando haya múltiples fuentes activas simultáneamente.
3. **Áreas de Trigger:** Para optimizar el rendimiento, se recomienda activar ciertos sonidos sólo cuando el jugador se encuentra en áreas específicas mediante el uso de triggers.
4. **Limitaciones de la Plataforma:** Las características técnicas del dispositivo de destino (parlantes, memoria, CPU, es decir, hardware) influyen directamente en cómo se deben implementar y optimizar los sonidos.
5. **Fuentes de audio, 2D VS 3D:**
 - **2D (No diegéticos):** Sonidos globales, asociados a la interfaz o música de fondo (MX, FOL, algunos DX).
 - **3D (Diegéticos):** Sonidos posicionados en el espacio tridimensional del juego, asociados a objetos o personajes dentro de la escena (SFX, gran parte de DX).

Si bien estas consideraciones de implementación se presentan de forma general y aplican a múltiples entornos de desarrollo, la implementación técnica específica puede tener variaciones según el motor de juego utilizado (Unity, Godot, Unreal Engine, etc).

En el presente trabajo, dado que el sistema será implementado en Unity, más adelante en este mismo capítulo se listarán las herramientas y flujos específicos dentro de dicho motor para integrar el sistema de audio. Finalmente, en el capítulo de propuesta de solución, se explicará en detalle el proceso de diseño e implementación realizado.

2.4. Experiencia de Usuario en videojuegos

Para garantizar el desarrollo de una experiencia de juego inmersiva de videojuegos, es esencial considerar el área de experiencia de usuario (User Experience o UX), así como las herramientas que permiten medir y evaluar la calidad de forma objetiva.

La experiencia de usuario en videojuegos se refiere a la percepción global que tiene el jugador al interactuar con el juego. Esta percepción abarca no solo el aspecto visual, narrativo o de jugabilidad, sino que también se ve profundamente influenciada por los elementos auditivos. El sonido, ya sea en forma de efectos o de música, puede amplificar emociones, dirigir

⁵Fatiga auditiva es la sensación de perder sensibilidad en los oídos luego de estar expuesto por largos periodos de tiempo a estímulos auditivos.

la atención del jugador, establecer el tono de una escena o incluso influir en la toma de decisiones durante el juego [Grimshaw, 2011].

Uno de los principales objetivos del diseño de videojuegos es generar una experiencia que resulte envolvente e inmersiva para el jugador. En este contexto, el audio cumple un papel esencial, ya que se ha demostrado que una experiencia sonora bien diseñada incrementa la sensación de presencia del jugador dentro del entorno virtual [Cox y Nordin, 2014]. Esta sensación de "estar presente" o bien, estar inmerso, constituye un elemento central de la experiencia del usuario en videojuegos.

2.4.1. Inmersión y flujo

Dentro del estudio de UX en videojuegos, dos conceptos clave son la inmersión y el estado de flujo (flow). La inmersión se refiere al grado en que el jugador se siente absorbido por el entorno de juego, mientras que el flujo describe un estado mental de concentración plena y disfrute, en el que el jugador pierde la noción del tiempo [Csikszentmihalyi, 1990]. Un sistema de audio inmersivo permite facilitar la presencia de ambos fenómenos.

La música adaptativa, por ejemplo, al reaccionar dinámicamente a las acciones del jugador, refuerza la inmersión al crear una conexión directa entre lo que ocurre en el juego y la experiencia auditiva. De igual forma, los efectos de sonido realistas y contextualizados permiten que el jugador se sienta parte del entorno, potenciando la sensación de estar dentro del mundo virtual [Nacke y Lindley, 2010].

2.4.2. Evaluación de la experiencia auditiva

Medir el impacto del audio sobre la experiencia del jugador es un desafío complejo. Por ello, diversos estudios han propuesto herramientas y metodologías que permiten cuantificar la experiencia auditiva en videojuegos de una forma más sistemática. Algunas de las metodologías más utilizadas incluyen:

- **Cuestionarios post-juego:** Instrumentos como el **Game Experience Questionnaire (GEQ)** permiten medir dimensiones como la inmersión, la tensión, el afecto positivo/negativo y el desafío, habiendo sido adaptados para incluir items más específicas respecto al sonido [IJsselsteijn *et al.*, 2007].
- **Estudios fisiológicos:** Algunos trabajos emplean técnicas como la medición del ritmo cardíaco, la conductancia de la piel o el seguimiento ocular, esto para observar respuestas fisiológicas vinculadas al audio del juego, especialmente en contextos de alta tensión [Grimshaw, 2011].

- **Entrevistas y observación directa:** A través de estudios cualitativos, es posible recoger percepciones subjetivas respecto a cómo el audio influye en la experiencia emocional o en la sensación de inmersión.
- **Análisis empíricos comparativos:** En investigaciones más técnicas, se realizan comparaciones entre sesiones de juego con y sin música, o con distintos tipos de diseño sonoro, evaluando el impacto y cambios en el rendimiento del jugador o en su percepción subjetiva [Cox y Nordin, 2014].

Estas herramientas permiten observar en detalle el impacto que el audio tiene en la experiencia del jugador. Particularmente, en juegos donde la inmersión es un objetivo central (como títulos de exploración, horror o simulación), estas métricas pueden revelar cómo pequeñas decisiones en el diseño sonoro afectan significativamente la experiencia general.

2.4.3. Audio como mediador de Agencia y Narrativa

Además de su función inmersiva, otro aspecto relevante del audio en la experiencia del usuario es su rol como mediador entre el jugador y la narrativa del juego. El sonido puede guiar emocionalmente al jugador, advertir sobre diversos peligros, señalar objetivos o reforzar momentos claves dentro de la historia. Este uso narrativo del audio no solo contribuye a la inmersión, sino que también potencia la *agencia* del jugador, es decir, la percepción de que sus decisiones tienen un impacto en el mundo del juego [Jørgensen, 2013].

Un ejemplo habitual de este fenómeno es el uso de la música ambiental para sugerir que el jugador ha ingresado en una zona peligrosa o para anticipar la aparición de un enemigo. Esta anticipación, provocada únicamente a través del audio, incrementa la tensión emocional y prepara al jugador para tomar decisiones estratégicas. De igual forma, los sistemas de música adaptativa permiten generar una retroalimentación emocional más profunda, reforzando los momentos de triunfo, pérdida o sorpresa dentro del juego.

Un caso destacado de este uso narrativo del sonido se observa en el videojuego *Rabbit and Steel* (2024) [MinoDEV, 2024]. En este título, se emplea la incorporación de letras dentro de la música como un recurso narrativo adicional. Por ejemplo, durante el nivel llamado *Emerald Lakeside* (Orilla del Lago Esmeralda), el jugador enfrenta a enemigos caracterizados como ranas artistas. Al iniciar una batalla contra uno de estos jefes, la música de fondo se transforma en una versión con letra, que relata fragmentos de la historia o trasfondo del enemigo final de este nivel. Al derrotar a uno de estos jefes y pasar a una zona de transición, la música vuelve a una versión instrumental, reforzando así el ritmo narrativo del juego y marcando un cambio de intensidad en la experiencia.

En definitiva, el diseño sonoro y su correcta implementación no solo contribuyen a la calidad estética de un videojuego, sino que, a su vez, constituyen un componente esencial para potenciar la inmersión, la agencia narrativa y la experiencia de usuario de una manera integral.



Figura 5: Captura del juego Rabbit and Steel.
Fuente: Rabbit and Steel, 2024.

2.5. Herramientas de audio en Unity

En el área de implementación de audio en Unity, existen diversas herramientas que permiten construir entornos sonoros de calidad. No obstante, las tres más utilizadas actualmente son:

- **Unity Audio:** Biblioteca estándar integrada en el motor de Unity. Facilita la incorporación de audio a un proyecto de manera simple y directa, siendo una opción común en el ámbito independiente por su accesibilidad. Como desventaja, ofrece mucho menos flexibilidad en comparación con las herramientas más especializadas.
- **FMOD Studio:** Sistema más avanzado que el sistema integrado por defecto en Unity. Ofrece una mayor flexibilidad a la hora de crear ambientes sonoros complejos, facilitando la implementación de música dinámica, cambios de ambiente y control de parámetros en tiempo real. Presenta una curva de aprendizaje moderada y una integración sólida con el motor de Unity. El sistema de audio del reconocido videojuego *Celeste* fue implementado utilizando esta herramienta. [Technologies,]
- **Wwise:** Herramienta aún más potente, enfocada en audio adaptativo y generativo. Wwise permite utilizar sistemas como RTPCs (Real-Time Parameter Controls, o parámetros de control de tiempo real), switches, estados y lógica musical avanzada, incluyendo integración con MIDI. Aunque su curva de aprendizaje es mayor, resulta ideal para demostrar capacidades inmersivas avanzadas. Un ejemplo representa-

tivo de videojuego que utilizó esta herramienta es el videojuego *The Witcher 3: Wild Hunt*. [Audiokinetic,]

Se presenta la siguiente tabla comparativa entre estas tres tecnologías, considerando a su vez diferentes criterios relevantes para el desarrollo de videojuegos:

- **Facilidad de uso inicial:** Que tan complicado es de usar. La *barrera de entrada*.
- **Licenciamiento:** Si se debe adquirir una licencia antes de poder ser utilizado o bien que tanta flexibilidad se tiene a disposición.
- **Soporte para audio adaptativo:** Que herramientas posee para la integración de audio adaptativo.
- **Música interactiva:** Que herramientas e interacciones posee para el manejo de música interactiva.
- **Visualización y debugging:** Que tanto detalle entrega a la hora de mostrar y debuggear (depurar) posibles errores en cuanto a la implementación y prueba de los distintos audios.
- **Integración con Unity:** Que tan bien y fácil es de integrar con Unity.
- **Uso en la industria:** En qué tipo de proyectos son utilizados en su gran mayoría.

Característica	Unity Audio	FMOD Studio	Wwise
Facilidad de uso inicial	Muy simple, integrado en el motor	Interfaz amigable, curva de aprendizaje moderada	Curva de aprendizaje más alta
Licenciamiento	Gratuito e integrado	Gratuito hasta ciertos ingresos (licencia indie disponible)	Gratuito hasta cierto umbral de ingresos (requiere registro)
Soporte para audio adaptativo	Limitado (requiere scripting personalizado)	Soporte nativo avanzado (eventos, parámetros)	Soporte muy avanzado (RTPC, States, Switches)
Música interactiva	Muy limitada (no hay sistema modular)	Buena: transiciones, sincronización por compases/barras	Excelente: blend tracks, segmentación, lógica musical avanzada
Visualización y debugging	Muy básica	Herramientas visuales potentes para depuración	Herramientas robustas para debugging y perfiles de rendimiento
Integración con Unity	Nativa y directa	Plugin oficial (Unity Integration)	Plugin oficial (Wwise Unity Integration)
Uso en la industria	Juegos móviles, indies simples	Juegos AA, muchos indies	Juegos móviles, juegos AAA, proyectos grandes, indies

Tabla 1: Comparación entre Unity Audio, FMOD Studio y Wwise
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 1, Wwise ofrece una mayor robustez en cuanto a diseño sonoro adaptativo y música interactiva, aspectos fundamentales para el enfoque de este proyecto. A pesar de su mayor complejidad inicial, su conjunto de herramientas permite una implementación de técnicas inmersivas avanzadas, por lo que se considera la opción más adecuada para los objetivos de esta investigación, además, sin que ello implique mayores inconvenientes para un proyecto de escala limitada.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Luego de haber comparado las distintas opciones más utilizadas para el desarrollo del audio en Unity en la sección anterior, y como ya se había mencionado, se decidió utilizar **Wwise** como herramienta para la implementación del sistema de audio. En esta sección se entrará en detalle respecto a la solución implementada, abordando los siguientes puntos claves:

1. Principales componentes de Wwise y su integración con Unity.
2. El proyecto base de Unity seleccionado.
3. Los cambios realizados e implementaciones específicas de audio.
4. La metodología de evaluación de la experiencia de usuario.

3.1. Wwise y Unity

Wwise funciona como un motor de audio externo que se comunica con Unity mediante eventos y parámetros, ofreciendo un control mucho más detallado sobre el comportamiento sonoro dentro del videojuego. La integración se realiza a través de un paquete oficial (Wwise Unity Integration), permitiendo la sincronización entre ambas plataformas.

Un concepto central dentro de Wwise es el de **Eventos (Events)**. Los eventos son las instrucciones que definen qué acción debe realizar el motor de audio, como reproducir, detener, pausar o modificar un sonido específico. Desde Unity, se interactúa principalmente con Wwise a través de la activación de estos eventos. A continuación, en la tabla 2, se presenta un resumen de los principales elementos de Wwise y su uso dentro de un proyecto de Unity:

Tabla 2: Elementos clave de Wwise y su implementación en Unity

Elemento	Función	Ejemplo aplicado
Eventos (Events)	Definen las acciones de audio que Wwise debe ejecutar, como reproducir, detener o modificar un sonido.	Evento para iniciar música ambiental al entrar en una zona.
Switches	Permiten cambiar entre variaciones de un mismo evento de audio según el estado o contexto del juego.	Cambiar el sonido de los pasos del jugador dependiendo de la superficie en la que está caminando.
Game Call	Envía una instrucción desde Unity a Wwise para reproducir un evento.	Cambia la música al entrar en el pueblo.
Soundbank	Contenedor compilado que guarda eventos, sonidos y estructuras.	El Soundbank 'Main' contiene toda la música y sonidos de ambientación del juego.
RTPC (Game Parameter)	Modifica en tiempo real un parámetro de audio desde Unity.	La cantidad de vida restante modifica la respiración del jugador.
States	Cambia el estado del motor de audio para alterar mezcla, música o SFX.	La música cambia cuando se inicia una pelea.
Triggers	Permiten iniciar sonidos o cambiar estados al entrar a zonas.	Activa sonidos ambientales de cueva.
Work Units	Divide el proyecto Wwise en módulos manejables.	Eventos y estructuras están divididos en unidades por tipo: música, ambiente, combate.



Figura 6: Ciclo de datos Wwise-Unity

Fuente: Elaboración propia.

3.2. WwiseAdventureGame(WAG)

Para la implementación práctica del sistema de audio inmersivo propuesto, se ha seleccionado como base el **WwiseAdventureGame(WAG)**, desarrollado por Audiokinetic, la empresa responsable de Wwise [Audokinetic, 2025]. Este es un proyecto diseñado específicamente como una demostración técnica con el fin de mostrar las capacidades avanzadas de integración entre Wwise y Unity, sirviendo como un excelente entorno de pruebas para experimentar con el entorno sonoro.

WAG es un videojuego de acción-aventura en tercera persona, en el que el jugador asume el rol de una aventurera que, junto a la ayuda de un mago llamado *Wwizard*, busca salvar al reino de Allegro de una plaga que corrompe todo a su paso. El juego implementa mecánicas de movimiento, interacción con objetos, combate básico, zonas de transición, así como triggers de audio vinculados a eventos del juego. A lo largo del juego, el jugador explora cinco ambientes principales mientras completa una serie de misiones dadas por el mago, de forma que con cada una de estas se acerca cada vez más a cumplir el objetivo de acabar con la plaga:

- **Villa inicial:** Zona introductoria donde se aprenden las mecánicas básicas del juego.
- **Bosque:** Introduce enemigos y combate, con un ambiente más dinámico y orgánico. Posee una cascada y una pequeña casa del árbol opcional.
- **Cueva:** Presenta un ambiente oscuro y sombrío. El mago envía al jugador a recolectar materiales. Lugar enfocado en generar tensión.
- **Bosque de pinos:** Bosque más pequeño donde se encuentra la cabaña del mago con la llave que permite abrir el calabozo final. Entrega un ambiente más desolado y solitario.
- **Calabozo del desierto:** Clímax del juego. Zona donde el jugador tiene su encuentro final con el origen de la plaga. Ambientes más oscuro, tensos y efectos sonoros más complejos. Gran enfoque en el combate.

Cada una de estas áreas incorpora elementos narrativos ligeros y puntos de interés que permiten experimentar con audio adaptativo, efectos contextuales y música dinámica, empleando las herramientas de Wwise: **Game Calls, States, RTPCs, Switches y Triggers**.

El WAG fue seleccionado como proyecto base para este trabajo por las siguientes características:

- **Disponibilidad de código abierto:** Es un proyecto público y su código fuente está disponible para descarga y modificación, lo que facilita su adaptación para fines de investigación [Audokinetic, 2025].

- **Integración Wwise-Unity ya configurada:** WAG cuenta con la integración de Wwise preestablecida, evitando la necesidad de realizar configuraciones iniciales, lo que permite centrarse directamente en el diseño y la implementación del sistema de audio.
- **Duración adecuada y diversidad de entornos:** Con una duración de juego aproximada de 45 minutos, WAG presenta una variedad de ambientes y situaciones que permiten seleccionar fragmentos específicos para realizar pruebas controladas, facilitando el diseño de experimentos relacionados con experiencia de usuario.
- **Programación base y sistema de audio base:** WAG posee un sistema de eventos, switches, triggers y RTPCs ya programados, con sus respectivos audios, que pueden usarse como base para comenzar el diseño y la implementación del sistema de audio.

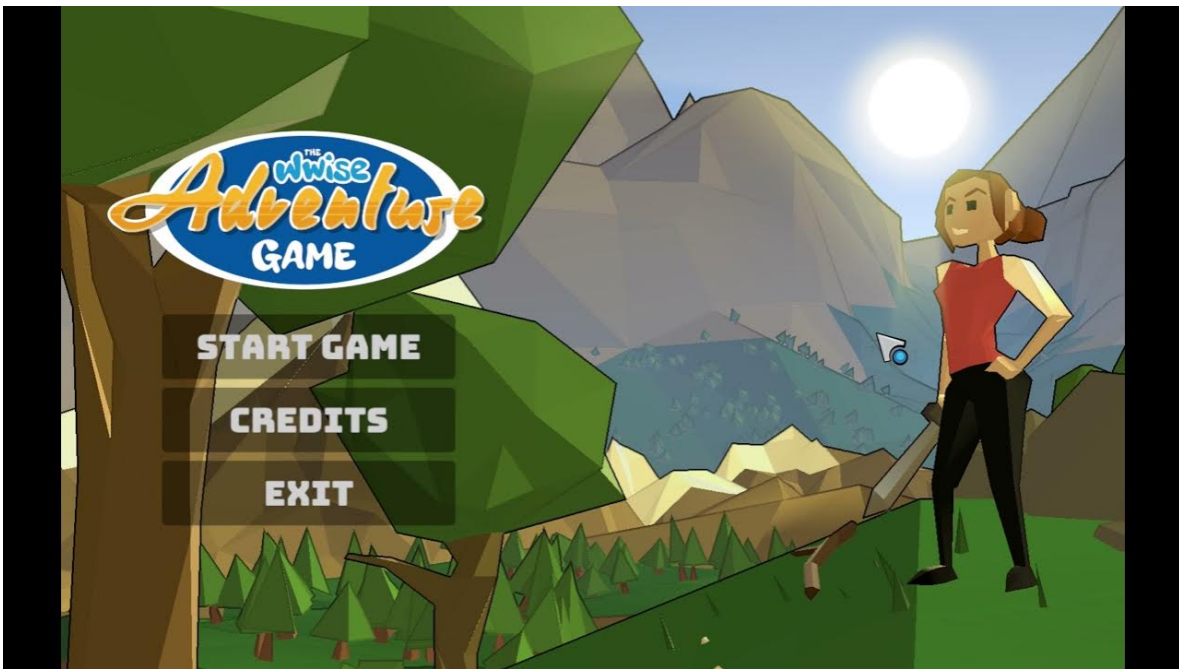


Figura 7: Pantalla de título: Wwise Adventure Game(WAG).

Fuente: Audiokinetics, 2012.

3.2.1. Ambientes seleccionados para la implementación de audio inmersivo

Con el objetivo de evaluar el impacto del sistema de audio inmersivo, se seleccionaron zonas específicas dentro del WAG que presentan una diversidad de situaciones, ambientes y elementos interactivos. A continuación, se detallan los ambientes elegidos, junto con sus características principales y puntos de interés:

1. **Villa (Zona Inicial):** Esta zona es el área introductoria del juego, donde el jugador

aprende las mecánicas básicas. Esta zona se caracteriza por su atmósfera tranquila y ambiente sonoro relajado. Puntos de interés:

- NPCs: Herrero (entrega herramientas) y el mago Wwizard (guía y misiones)..
- Objetos interactivos: Cajas rompibles, pozo, molino en movimiento, horno del herrero, casa del mago.
- Sonidos ambientales: Viento suave, sonidos del molino.



Figura 8: Villa inicial: Wwise Adventure Game(WAG).
Fuente: Elaboración propia.

2. **Bosque (Woodlands):** Zona introductoria del combate y exploración intermedia, con enemigos y mayor densidad de objetos interactivos. Puntos de interés:

- Enemigo: plantas corruptas.



Figura 9: Planta corrupta: Wwise Adventure Game(WAG).
Fuente: Elaboración propia.

- Terreno con distintos tipos de superficie: tierra, vegetación.
- Objetos interactivos: cajas rompibles.
- Otros objetos de interés: Una cascada en medio del bosque, una fogata, una pequeña casa del árbol.
- Sonidos ambientales: Viento, crujidos de árboles, fauna.



Figura 10: Bosque: Wwise Adventure Game(WAG).
Fuente: Elaboración propia.

3. **Cueva:** Ambiente cerrado, con una atmósfera más mística, ideal para demostrar el uso de reverberación. Puntos de interés:

- Enemigo: Cabezas flotantes.
- Zona central con agua.
- Cristales rompibles.
- Sonidos ambientales: Viento subterráneo, goteo de agua, ecos.

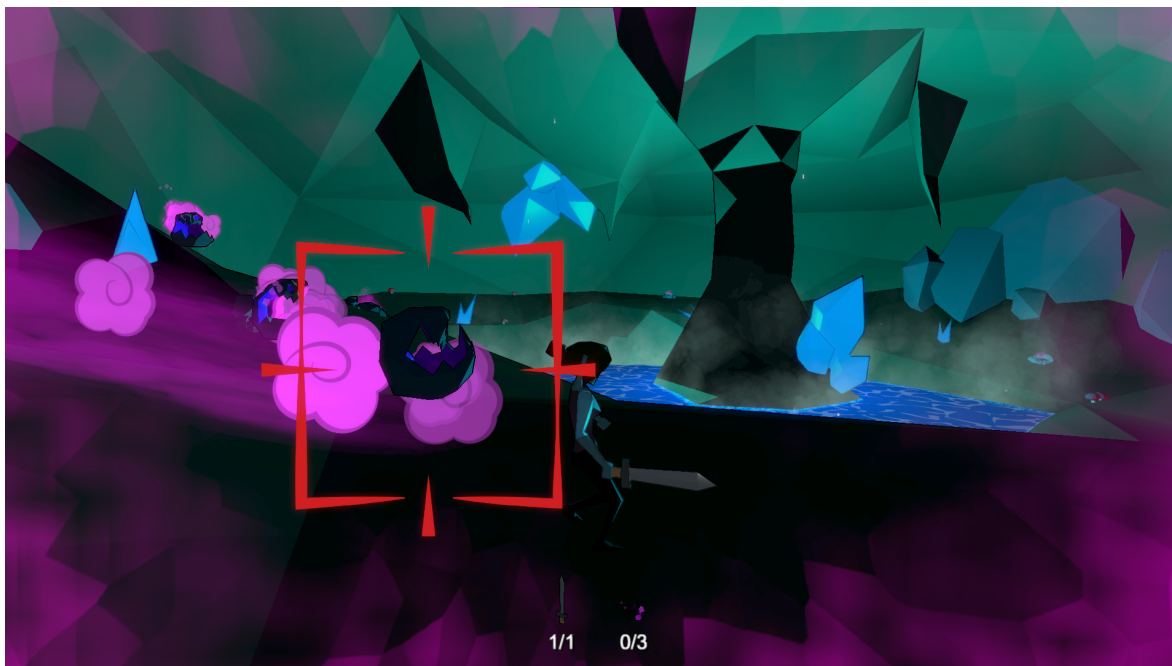


Figura 11: Cabeza flotante: Wwise Adventure Game(WAG).
Fuente: Elaboración propia.

4. **Bosque de pinos:** Zona más pequeña, última zona que se visita antes de abrir el camino a la mazmorra final. Puntos de interés:

- Enemigos: Arbustos caminantes.
- Cabaña del mago.
- Sonidos ambientales: Viento más solitario, sonido de árboles moviéndose.



Figura 12: Bosque de pinos y arbusto caminante: Wwise Adventure Game(WAG).
Fuente: Elaboración propia.

Estas cuatro zonas fueron elegidas porque permiten abarcar una diversidad de situaciones, combinando exploración, combate, ambientes abiertos y cerrados, y distintos niveles de tensión narrativa. Además, su elección facilita el mantener un control sobre la duración de las pruebas de usuario, evitando que se vuelvan excesivamente largas o repetitivas.

Adicionalmente, se añadió un cartel agradeciendo a los jugadores por su participación en el test. Dicho cartel también tenía como objetivo el indicar el fin del test y bloquear el acceso al desierto y calabozo final del juego.



Figura 13: Cartel indicando el fin del test
Fuente: Elaboración propia.

3.3. Lista de sonidos implementados

Como parte de la propuesta de solución, se procedió a implementar un sistema de audio inmersivo dentro de las zonas seleccionadas del WAG. Para ello, se añadieron nuevos sonidos, se modificaron algunos elementos ya existentes y se configuraron parámetros de control que permiten adaptar el ambiente sonoro a las diferentes situaciones que presenta el juego.

3.3.1. Consideraciones previas

Es importante destacar que el proyecto original de WAG ya incluye una serie de sonidos y estructuras predefinidas utilizando Wwise, tales como:

- Música ambiental general para cada zona.
- Efectos de sonido básicos para objetos rompibles, enemigos, acciones del jugador y diálogos relacionados a la historia del juego.
- Switches para el tipo de objeto al que se está atacando, superficie que se está pisando, etc.
- States para la música de cada región del juego.
- Triggers para indicar cuando el jugador entra a una zona, enviando un evento cambiando la música o cambiando parámetros ambientales.

- Game Parameters (RTPC) para implementar un ciclo de día y noche, alterando los sonidos que se utilizan dependiendo de si es de día o de noche. También se utilizan para alterar el volumen de los latidos del jugador a medida que su vida disminuye.

En el proceso de implementación, se recurrió a funcionalidades específicas de Wwise para enriquecer la experiencia sonora de manera más variada y natural. En sonidos ambientales o efectos que se repiten con frecuencia (pasos, ramas, goteos de agua) se utilizaron estructuras llamadas **Random Containers**.

Un Random Container es una estructura que permite asociar múltiples sonidos dentro de un solo evento, de forma que cada vez que el evento se activa, Wwise selecciona aleatoriamente uno de los incluidos, evitando la repetición exacta. Esto es especialmente útil para lograr una sensación más realista y menos predecible en sonidos ambientales o de interacción frecuente.

De forma similar, para algunos sonidos relacionados con secuencias específicas (como cadenas de golpes o combinaciones musicales en cambio de estados), se utilizaron **Sequence Containers**. Estos permiten definir un orden de reproducción entre varios sonidos dentro de un mismo evento, garantizando una progresión coherente y controlada.

A su vez, dentro de Wwise existe una estructura llamada **Blend Containers**, la cual permite cambiar dinámicamente varias capas de audio en función de un parámetro (como velocidad, salud o posición), logrando transiciones suaves y adaptativas entre sonidos.

Estas estructuras y técnicas específicas se describirán puntualmente en cada uno de los sonidos listados en la tabla 3, cuando corresponda a su implementación:

Campo	Descripción
ID del Sonido	Código único, ej.: SFX_Footstep_Grass01
Nombre descriptivo	Nombre entendible para humanos, ej.: "Pasos sobre pasto"
Ubicación en el juego	¿Dónde se reproduce? Ej.: "Bosque inicial", "Templo abandonado"
Tipo de sonido	SFX, Música (BGM), Ambiental, UI, etc.
Origen / Autoría	Original, pack descargado, grabación propia, etc.
Modificaciones técnicas	Efectos aplicados en Wwise (Reverb, Filtros, RTPC, Switches, etc.)
Parámetros de reproducción	Looping, spatialization 3D, random container, volumen, etc.
Evento en Wwise	Nombre del evento: Play_Amb_Dungeon, etc.
Objetivo perceptivo	¿Qué sensación o reacción se busca? Ej.: Inmersión, tensión, información, etc.
Notas adicionales	Observaciones o decisiones tomadas durante la implementación

Tabla 3: Plantilla de documentación de sonidos implementados con Wwise

3.3.2. Sonidos en la Villa inicial (Village)

Se utilizó un trigger en el GameObject del pozo (Well) para darle unos sonidos de agua salpicando y un balde cayendo en su interior. Se creó un Blend Container llamado *Ambient_Well* dentro de Wwise, que contiene:

- El sonido de un balde cayendo al agua (*water_Well* dentro de Wwise).
- Un Random Container (*Well_Splash*) que cuenta con 2 sonidos de agua salpicando (*wellSplash01* y *wellSplash02*).

A su vez, a los sonidos del pozo se les aplicó **3D Spatialization** (Espacialización 3D) ⁶, una atenuación ⁷ de 5 metros con una curva de atenuación S, cambios en los niveles de voz ⁸ y aplicación de Fade-Out ⁹.



Figura 14: Pozo dentro de la Villa
Fuente: Elaboración propia.

⁶Configuración que permite que el sonido se escuche con una posición específica dentro del entorno, de acuerdo a la posición del jugador respecto de la fuente sonora

⁷Atenuación se refiere a la disminución del volumen o intensidad de un sonido en función de la distancia entre la fuente sonora y el oyente

⁸Instancia activa de reproducción de un sonido en un momento dado.

⁹Proceso mediante el cual el volumen de un sonido se reduce progresivamente hasta alcanzar el silencio, de forma gradual y controlada. Se busca evitar cortes abruptos



Figura 15: Curva de atenuación S
Fuente: Elaboración propia.

ID del Sonido	SFX_Water_Splash01
Nombre descriptivo	Agua salpicando en el pozo
Ubicación en el juego	Pozo de la villa inicial
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	Uso de un trigger para que sea reproducido (acercarse lo suficiente al pozo)
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación S de 5 metros, parte de un random container (Well_Splash). Voz de -14db.
Evento en Wwise	Ambient_Well.
Objetivo perceptivo	Llamar la atención del jugador para que se acerque al pozo. Aprovechar el GameObject del pozo.
Notas adicionales	Si bien el pozo es meramente decorativo se utilizó para brindar un poco más de realismo y variedad al ambiente sonoro del pueblo.

ID del Sonido	SFX_Water_Splash02
Nombre descriptivo	Agua salpicando en el pozo
Ubicación en el juego	Pozo de la villa inicial
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	Uso de un trigger para que sea reproducido (acercarse lo suficiente al pozo)
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación S de 5 metros, parte de un random container (Well_Splash). Voz de -14db.
Evento en Wwise	Ambient_Well.
Objetivo perceptivo	Llamar la atención del jugador para que se acerque al pozo. Complementar el sonido anterior.
Notas adicionales	Al igual que el anterior se usó para darle más resalte al pozo.

ID del Sonido	SFX_Bucket_Well
Nombre descriptivo	Balde cayendo al agua
Ubicación en el juego	Pozo de la villa inicial
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	Uso de un trigger para que sea reproducido (acercarse lo suficiente al pozo)
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación 5 de 5 metros. Fade-out. Voz de -20db.
Evento en Wwise	Ambient_Well.
Objetivo perceptivo	Llamar la atención del jugador para que se acerque al pozo, además de hacer sentir la villa como un lugar con movimiento.
Notas adicionales	Se buscaba que complementara a los dos anteriores para darle todo un perfil sonoro y realista al objeto del pozo.

Se utilizó un trigger en el GameObject de la forja (Smith) para darle unos sonidos de martillo golpeando metal y el sonido de las llamas debajo de la forja. Se creó un Blend Container llamado *Ambient_Smith* dentro de Wwise, que contiene:

- El sonido de fuego debajo de la forja (*Smith_Fire* dentro de Wwise).
- Un Random Container (*Smith_Hammer*) que cuenta con 2 sonidos de el martillo golpeando el metal (*Smith_HammerHitSound01* y *Smith_HammerHitSound02*).



Figura 16: Forja del herrero
Fuente: Elaboración propia.

ID del Sonido	SFX_Smith_Hammer01
Nombre descriptivo	Martillo golpeando metal
Ubicación en el juego	Forja del herrero en la villa inicial
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	Uso de un trigger para que sea reproducido (acercarse lo suficiente a la forja)
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación S de 5 metros, parte de un random container (Smith_Hammer). Voz de -7db.
Evento en Wwise	Ambient_Smith.
Objetivo perceptivo	Llamar la atención del jugador mientras habla con el herrero.
Notas adicionales	Ya que para avanzar la historia se debe hablar con el herrero se buscó aprovechar el GameObject de la forja para darle más carácter a la interacción con el herrero

ID del Sonido	SFX_Smith_Hammer02
Nombre descriptivo	Martillo golpeando metal
Ubicación en el juego	Forja del herrero en la villa inicial
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	Uso de un trigger para que sea reproducido (acercarse lo suficiente a la forja)
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación S de 5 metros, parte de un random container (Smith_Hammer). Voz de -7db.
Evento en Wwise	Ambient_Smith.
Objetivo perceptivo	No causar una sensación de repetición al escuchar el martillo golpear el metal.
Notas adicionales	Complementar el sonido anterior para evitar fatiga por repetición al oír el sonido del martillo golpeando el metal.

ID del Sonido	SFX_Smith_Fire
Nombre descriptivo	Fuego de la forja
Ubicación en el juego	Forja del herrero en la villa inicial
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	Uso de un trigger para que sea reproducido (acercarse lo suficiente a la forja)
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación S de 5 metros. Voz de 0db.
Evento en Wwise	Ambient_Smith.
Objetivo perceptivo	Hacer sentir que la forja forma parte del ambiente. Que es un objeto que el herrero realmente usa.
Notas adicionales	Junto a los dos sonidos anteriores se busca hacer que la forja se sienta como algo parte del mundo.

Se utilizó el RTPC Time_of_Day para añadir sonidos ambientales, tanto para el día como para la noche.

La zona de la villa tiene un blend container (Ambient_Region_Village) que contiene dos random container: Ambient_Region_Village_Day y Ambient_Region_Village_Night. Para el día y la noche respectivamente.

Además de las modificaciones ya mencionadas, también se aplicó cambios de peso ¹⁰ a los elementos de un random container.

¹⁰Probabilidad de que el elemento sea elegido en cada iteración del random container. El peso normal es de 50

Respecto al contenedor de día:

- Tiene una voz de -3db.
- Contiene 4 elementos: Un sonido de escoba de madera barriendo; Murmullo de gente hablando a la distancia; Risas de niños jugando; Una puerta de madera cerrándose y abriéndose.
- Este contenedor evita repetir los últimos 2 sonidos.

ID del Sonido	SFX_Village_Day_Broom
Nombre descriptivo	Escoba de madera barriendo.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro de la villa durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -12db.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Indicar que hay habitantes en el pueblo aunque no sean visibles directamente.
Notas adicionales	Sonido que busca darle una vida invisible al pueblo. Dar a entender que hay más gente viviendo en el pueblo, a pesar de que está no es visible. Jugar con las casas que se ven a la distancia dentro del pueblo.

ID del Sonido	SFX_Village_Day_ChildrenLaughing
Nombre descriptivo	Niños riendo.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador se encuentra en la villa durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -4db.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Indicar que no solo hay adultos en la villa. Jugar con la imaginación del jugador.
Notas adicionales	Este sonido también se incluyó para dar a entender que el pueblo es más de lo que el jugador puede ver. Apelando a la imaginación y el "rellenar" los espacios.

ID del Sonido	SFX_Village_Day_People
Nombre descriptivo	Gente hablando o murmurando.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador está en la villa durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -12db.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Al igual que el anterior, dar a entender que la villa tiene más habitantes, a la distancia, en las casas a las que el jugador no puede acceder.
Notas adicionales	Igual que el anterior, apelar a la imaginación y el "rellenar" los espacios.

ID del Sonido	SFX_Village_Day_WoodDoor
Nombre descriptivo	Puerta de madera abriéndose y cerrándose
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador activa el trigger que indica que está en la villa durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -9db. Peso de 10.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Sonido con menos probabilidades de aparecer, dar una sensación de "movimiento" dentro del pueblo.
Notas adicionales	Al igual que los anteriores, "rellenar" los espacios con la imaginación del jugador. Dar una sensación de movimiento y transición. Que la gente de la villa también se mueve y tiene su propio curso y acciones.

Respecto al contenedor de noche:

- Contiene 4 elementos: Un sonido de viento soplando; Campanas de viento sonando; Una ventana cerrándose; Una puerta de madera cerrándose y abriéndose.
- Este contenedor evita repetir los últimos 2 sonidos.
- Tiene un delay de 1.5 segundos para hacer la transición de un elemento a otro.

ID del Sonido	SFX_Village_Night_Wind
Nombre descriptivo	Viento que suena durante las noches en la villa.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro de la villa durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D con curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de 4dB.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Dar una sensación de calma y tranquilidad.
Notas adicionales	Sonido que acompaña a la música de noche. Generar un contraste con la villa de día.

ID del Sonido	SFX_Village_Night_WindChime
Nombre descriptivo	Campana de viento que suena durante las noches en la villa.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro de la villa durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D con curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de 3dB.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Complementar al sonido de viento. Generar un ambiente nocturno de calma
Notas adicionales	Inicialmente este sonido junto con el anterior (viento) irían dentro de su propio sequence container para generar esta secuencia natural de campanas sonando debido al viento pero se descartó porque quitaría el factor aleatorio de la ambientación.

ID del Sonido	SFX_Village_Night_Window
Nombre descriptivo	Ventana cerrándose.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro de la villa durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D con curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -4dB. Peso de 20.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Recordar al jugador que a pesar de ser de noche, aún hay gente (invisible) dentro de sus casas. Hay habitantes en la villa
Notas adicionales	Este sonido busca jugar con la imaginación del jugador. No es un recordatorio constante, razón por la que tiene menor peso.

ID del Sonido	SFX_Village_Night_WoodDoor
Nombre descriptivo	Puerta abriéndose y cerrándose.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la villa durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro de la villa durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day. Se le aplicó el efecto de Reverb (reverberación) Ak Convolution Reverb
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D con curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -4dB.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Mostrar que a pesar de ser de noche, aún existe movimiento al interior de la villa.
Notas adicionales	Este sonido es el mismo sonido que el de día pero la adición del efecto de Reverb le da un sonido más profundo, dando esa sensación de calma y mayor silencio que hay durante la noche.

3.3.3. Sonidos en el bosque (Woodlands)

ID del Sonido	SFX_Woodlands_TreeHouseWhisper
Nombre descriptivo	Susurros fantasmales.
Ubicación en el juego	Dentro de la casa del árbol del bosque.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido depende del Trigger del GameObject TreeHouse
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación S de 5 metros. Voz de -23 dB. Fade-Out.
Evento en Wwise	Ambient_Treehouse.
Objetivo perceptivo	Asustar al jugador. Incentivar la exploración
Notas adicionales	Este sonido se incluyó como sonido sorpresa. Sólo suena si el jugador llega al fondo de la casa del árbol, la cual es un lugar opcional dentro del bosque.

Se utilizó el RTPC Time_of_Day para añadir sonidos ambientales, tanto para el día como para la noche.

Además de las anteriores técnicas, se aplicó un efecto de **EQ (Ecuálización)** ¹¹ a un sonido.

La zona del bosque tiene un blend container (Ambient_Region_Woodlands) que contiene dos random container: Day y Night. Para el día y la noche respectivamente.

Respecto al contenedor de día:

- Tiene una voz de -5db.
- Contiene 3 elementos: Un sonido de un animal dentro de un arbusto; Un sonido de ambiente con viento y ranas; El sonido de pisar una rama.
- Este contenedor evita repetir los últimos 2 sonidos.

¹¹Ajustar el nivel (volumen) de frecuencias específicas de un sonido, ya sea atenuándolas o reforzándolas, con el objetivo de modificar su carácter tonal para adaptar a un contexto determinado

ID del Sonido	SFX_Woodlands_Day_Animal
Nombre descriptivo	Animal en un arbusto.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro del bosque durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -6db. Fade-out. Peso de 90.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Woodlands.
Objetivo perceptivo	Llamar la atención del jugador para que mire a su alrededor, se detenga y explore el bosque.
Notas adicionales	Las únicas entidades en el bosque son las plantas corrotas por lo que este sonido busca añadir un poco más movimiento al bosque. Imaginar que hay un ecosistema. El peso es para que probablemente sea lo primero que el jugador escuche al llegar al bosque.

ID del Sonido	SFX_Woodlands_Day_Long
Nombre descriptivo	Sonidos ambiente, viento, árboles sonando, ranas, pájaros cantando.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador se encuentra en el bosque durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -8db. Efecto EQ Parametric EQ. Peso de 25.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Woodlands.
Objetivo perceptivo	Hacer sentir más natural el bosque.
Notas adicionales	Este sonido era uno de los sonidos base del juego, se le aplicó el efecto de EQ para hacerlo sonar más agudo, para que resaltara más.

ID del Sonido	SFX_Woodlands_Day_TwigSnap
Nombre descriptivo	Rama siendo pisada o aplastada.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador esté en el bosque durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -8 dB. Peso de 25
Evento en Wwise	Ambient_Region_Woodlands.
Objetivo perceptivo	Hacer reaccionar al jugador para que mire a sus alrededores.
Notas adicionales	Complementa al sonido del animal en el arbusto para dar una mayor sensación de "vida" al bosque. Hacer pensar al jugador de que hay algo más en el bosque.

Respecto al contenedor de noche:

- Contiene 4 elementos: Un sonido de un animal moviéndose en los arbustos; El sonido de cuervos cantando; Un conjunto de sonidos ambientales; El sonido de una rama siendo aplastada/pisada.
- Este contenedor evita repetir los últimos 2 sonidos.
- Tiene un efecto **Delay**¹² en uno de sus sonidos.
- Se aplica la técnica de Fade-In¹³

¹²Efecto que repite un sonido después de un tiempo específico, creando un efecto de eco.

¹³Contrario al Fade-Out. Progresivamente comienza a subir el volumen de un sonido desde el silencio.

ID del Sonido	SFX_Woodlands_Night_Animal
Nombre descriptivo	Animal en un arbusto.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro del bosque durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de 6 dB.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Woodlands.
Objetivo perceptivo	Poner en alerta al jugador.
Notas adicionales	La única diferencia a su contraparte de día es el nivel de voz. Busca poner en alerta al jugador, pensar que hay algún "depredador" en el bosque.

ID del Sonido	SFX_Woodlands_Night_Crows
Nombre descriptivo	Cuervos cantando.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro del bosque durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de 12 dB. Fade-Out.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Woodlands.
Objetivo perceptivo	Poner en alerta al jugador.
Notas adicionales	Sonido para apoyar ese ambiente "sombrio" del bosque en la noche. Ayudar a poner al jugador en alerta,

ID del Sonido	SFX_Woodlands_Night_Long
Nombre descriptivo	Sonidos ambiente, viento, árboles sonando, grillos.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador se encuentra en el bosque durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-In. Fade-out.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Woodlands.
Objetivo perceptivo	Hacer sentir más natural el bosque. Dar otra capa de efectos de ambiente
Notas adicionales	Este sonido era uno de los sonidos base del juego, se le aplicó un Fade-In y Fade-Out para hacer una atmósfera más envolvente cuando sonaran estos efectos ambientales.

ID del Sonido	SFX_Woodlands_Night_TwigSnap
Nombre descriptivo	Rama siendo pisada o aplastada.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador esté en el bosque durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day. Se le aplicó el efecto de Delay Echoes_Linear
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -2 dB.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Woodlands.
Objetivo perceptivo	Hacer reaccionar al jugador para que mire a sus alrededores.
Notas adicionales	Misma idea que su contraparte de día. Mayor voz que su contraparte. El efecto de Delay le da un eco que le da una profundidad al bosque.

3.3.4. Sonidos en la cueva (Cave)

La zona de la cueva tiene un random container (**Ambient_Region_Cave**) el cual:

- Contiene 5 sonidos: Una colección de sonidos ambientales; El sonido de murciélagos volando; El sonido de agua goteando, cayendo desde el techo; El sonido de una risa fantasmal; Sonidos de pasos con eco.

- Este contenedor evita repetir el último sonido.
- Tiene una voz de -13 dB.
- Tiene un filtro Low-pass de 15 ¹⁴. Esto para darle una textura grave o cerrada a los sonidos de este ambiente.

ID del Sonido	SFX_Cave_Background
Nombre descriptivo	Sonidos ambientales de cueva. Viento apagado, pasos con eco, etc.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la cueva.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador esté dentro de la cueva.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Cave.
Objetivo perceptivo	Permitir una mayor inmersión al entrar a la cueva.
Notas adicionales	Este sonido busca dar un poco más de realismo e inmersión a la cueva. Era parte de los sonidos base.

ID del Sonido	SFX_Cave_Bats
Nombre descriptivo	Murciélagos volando.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la cueva.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador esté dentro de la cueva.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-Out.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Cave.
Objetivo perceptivo	Hacer que el jugador mire a sus alrededores buscando la fuente de sonido.
Notas adicionales	Dentro de la cueva solo están las cabezas flotantes de enemigo por lo que un sonido para indicar que hay algo más "vivo" en su interior se consideró necesario.

¹⁴Filtro que atenúa frecuencias altas, por lo que sólo permite "pasar" frecuencias más bajas

ID del Sonido	SFX_Cave_DripStone
Nombre descriptivo	Sonido de gotas cayendo desde el techo. Goteo que se encuentra al interior de cuevas.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la cueva.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador esté dentro de la cueva.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Cave.
Objetivo perceptivo	Darle un poco más de realismo a la cueva.
Notas adicionales	Al igual que los anteriores, se busca darle más variedad y realismo al ambiente sonoro de la cueva.

ID del Sonido	SFX_Cave_GhostLaugh
Nombre descriptivo	Sonido una risa fantasmal sonando a la distancia.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la cueva.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador esté dentro de la cueva.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -6 dB. Peso de 10
Evento en Wwise	Ambient_Region_Cave.
Objetivo perceptivo	Poner en alerta al jugador y asustarlo.
Notas adicionales	Sonido que se añadió para darle un toque misterioso y aterrador al ambiente de la cueva. Las pocas probabilidades de que el jugador lo encuentre lo hacen más como una curiosidad añadida.

ID del Sonido	SFX_Cave_Sounds
Nombre descriptivo	Conjunto de sonidos ambientales. Pasos, ecos, etc.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente de la cueva.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador esté dentro de la cueva. Al sonido se le aplicó un efecto de Reverb (Matrix Reverb)
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-Out.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Cave.
Objetivo perceptivo	Darle una mayor inmersión al jugador.
Notas adicionales	Similar a SFX_Cave_Background. Busca complementarlo para darle una mayor de sonidos generales a la cueva. El efecto de Reverb aplicado busca darle un sonido más de "túnel".

3.3.5. Sonidos en el bosque de pinos (Pine Forest)

Se creó un trigger en el GameObject de la cabaña del mago (SmallHouse) para aplicar un sonido de voz fantasmal si es que se llegaba al fondo de la cabaña (rompiendo las cajas).



Figura 17: Cabaña del mago dentro del bosque de pinos
Fuente: Elaboración propia.

ID del Sonido	SFX_PineForest_HutWhisper
Nombre descriptivo	Susurros fantasmales.
Ubicación en el juego	Dentro de la cabaña del mago en el bosque de pinos.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador active el trigger del fondo de la cabaña del mago, luego de romper las cajas.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación función seno de 2 metros. Fade-Out. Voz de -18 dB.
Evento en Wwise	Ambient_Hut_Whisper.
Objetivo perceptivo	Asustar al jugador. Recompensar la exploración.
Notas adicionales	Este sonido se añadió como un extra para los jugadores que rompieron todas las cajas al interior de la cabaña del mago. El audio consta de una voz fantasmal que susurra <i>GET OUT</i> ("Fuera de aquí" / "Sal de aquí").

Se utilizó el RTPC Time_of_Day para añadir sonidos ambientales, tanto para el día como para la noche.

La zona del bosque de pinos tiene un blend container (Ambient_Region_PineForest) que contiene dos random container: Day y Night. Para el día y la noche respectivamente.

Respecto al contenedor de día:

- Tiene una voz de -7 dB.
- Contiene 4 elementos: Una compilación de sonidos ambientales de bosque (viento, pájaros); El sonido de una ardilla saltando por los árboles; Sonido de viento moviendo ramas/hojas; Un pájaro carpintero picoteando un árbol.
- Este contenedor evita repetir el último sonido.

ID del Sonido	SFX_Forest_Day_Ambient
Nombre descriptivo	Coleccion de sonidos cortos ambientales de bosque (pájaros, ramas, viento).
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro del bosque de pinos durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacializacion 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -5 dB. Fade-In. Fade-Out. Peso de 90.
Evento en Wwise	Ambient_Region_PineForest.
Objetivo perceptivo	Darle vida al bosque. Dentro del entorno más solitario existe vida y hay cosas en su interior. No está muerto.
Notas adicionales	El bosque de pinos tiene un ambiente más solitario por lo que sonidos que apunten a darle un poco más de movimiento o acrecienten este ambiente ayudan a la inmersión. Este era un sonido base. El peso de 90 es para que sea casi lo primero que el jugador vaya a oír al entrar en esta zona.

ID del Sonido	SFX_Forest_Day_Squirrel
Nombre descriptivo	Ardilla haciendo sonidos y saltando entre ramas.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador se encuentre en el bosque durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacializacion 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -7 dB.
Evento en Wwise	Ambient_Region_PineForest.
Objetivo perceptivo	Darle más vida al ambiente solitario del bosque. Buscar que el jugador mire hacia los árboles.
Notas adicionales	No mucho que decir, indicar la existencia de fauna y pequeños animales en el bosque.

ID del Sonido	SFX_Forest_Day_WindPine
Nombre descriptivo	Viento golpeando un árbol de pino.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador está en el bosque durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -5 dB.
Evento en Wwise	Ambient_Region_PineForest.
Objetivo perceptivo	Una capa extra para la ambientación. Reforzar la idea de que es un bosque específicamente de pinos.
Notas adicionales	Un sonido que no busca llamar tanto la atención, sino más bien reforzar el ambiente.

ID del Sonido	SFX_Forest_Day_WoodPecker
Nombre descriptivo	Pájaro carpintero picoteando un árbol.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque durante el día.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental)
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente cuando el jugador está en el bosque de pinos durante el día. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D, curva de atenuación lineal de 30 metros. Voz de -10 dB . Peso de 30.
Evento en Wwise	Ambient_Region_PineForest.
Objetivo perceptivo	Añadir otra capa a la sensación de "fauna".
Notas adicionales	Sonido menos frecuente. Buscar recordarle al jugador la existencia de fauna. El bosque tiene vida.

Respecto al contenedor de noche:

- Contiene 3 elementos: El sonido de una niña riendo a la distancia; Conjunto de sonidos ambientales (grillo, viento); El aullido de un lobo.
- Tiene un filtro High-Pass ¹⁵ de 36, resaltando el ambiente nocturno.

¹⁵ Contrario al filtro low-pass, este filtro solo deja pasar frecuencias mayores a la establecida, buscando atenuar las frecuencias bajas

ID del Sonido	SFX_Forest_Night_GirlLaugh
Nombre descriptivo	Risa de una niña a la distancia.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque de pinos durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro del bosque de pinos durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day. Se le aplicó un efecto de Delay (Echoes_Linear).
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D con curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out. Voz de -4 dB. Peso de 10
Evento en Wwise	Ambient_Region_PineForest.
Objetivo perceptivo	Asustar al jugador, generando tensión.
Notas adicionales	Sonido extra añadido como curiosidad. El poco peso hace que los jugadores no lo escuchen tan seguido. El efecto de Delay hace que la risa suene con eco y a la distancia, generando una sensación de terror.

ID del Sonido	SFX_Forest_Night_Ambient
Nombre descriptivo	Conjunto de sonidos ambientales (viento, grillos).
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque de pinos durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro del bosque de pinos durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day.
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D con curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-out.
Evento en Wwise	Ambient_Region_Village.
Objetivo perceptivo	Darle un poco más de ambientación al bosque de noche.
Notas adicionales	Sonido base que se le añadió un fade-out.

ID del Sonido	SFX_Forest_Night_Wolf
Nombre descriptivo	Aullido de un lobo.
Ubicación en el juego	Dentro del ambiente del bosque de pinos durante la noche.
Tipo de sonido	SFX (Ambiental).
Origen / Autoría	Sonido descargado de FreeSound.org.
Modificaciones técnicas	El sonido solo estará presente dentro del bosque de pinos durante la noche. Depende del RTPC Time_of_Day. Se le aplicó un efecto de Reverb (Matrix Reverb).
Parámetros de reproducción	Espacialización 3D con curva de atenuación lineal de 30 metros. Fade-Out.
Evento en Wwise	Ambient_Region_PineForest.
Objetivo perceptivo	Acrecentar el ambiente nocturno. Generar una posible tensión.
Notas adicionales	En conjunto con los otros sonidos se eligió para que el ambiente nocturno del bosque estuviera acrecentado por ruidos agudos que generan alta tensión.

Con la implementación de los sonidos descritos a lo largo de esta sección, se estableció un sistema de audio inmersivo que complementa y amplía la experiencia auditiva del Wwise Adventure Game. La selección y configuración de cada sonido se realizó con el objetivo de reforzar la percepción del ambiente sonoro.

3.4. Evaluación de la experiencia del usuario

El objetivo de esta sección es evaluar el impacto de la implementación del sistema de audio inmersivo sobre la percepción subjetiva de la experiencia de juego. Para esto, se planteó un diseño experimental controlado que permite comparar de manera estructurada ambas condiciones sonoras: la versión base y la versión modificada.

3.4.1. Diseño Experimental

Se utilizará un enfoque del tipo A/B, el cual consiste en comparar dos versiones del mismo videojuego:

- **Versión A:** Corresponde al Wwise Adventure Game en su estado original, con el sistema de audio provisto por Audiokinetic, sin modificaciones adicionales.
- **Versión B:** Corresponde al mismo juego, pero con el sistema de audio inmersivo implementado, incorporando nuevas configuraciones, sonidos y parámetros.

Cada participante jugará exclusivamente una de las dos versiones y, tras completar la sesión de prueba, responderá un cuestionario diseñado para medir la calidad de la experiencia sonora. Las encuestas utilizarán las mismas preguntas en ambas condiciones para garantizar una comparación entre los resultados.

Finalmente, se procederá a un análisis de los datos recopilados con el objetivo de identificar posibles diferencias significativas en la percepción de la experiencia auditiva entre ambas versiones del juego.

3.4.2. Participantes

La prueba se realizará con un grupo controlado de 20 participantes, distribuidos de la siguiente manera:

- 10 personas por cada versión del juego.
- Se buscará incluir tanto jugadores casuales como jugadores con más experiencia, con el fin de poder obtener una visión más amplia y representativa de la percepción del audio.
- A los participantes se les informará que se está evaluando la experiencia del juego, sin especificar los cambios aplicados al sistema de audio, de esta forma evitar las respuestas condicionadas.
- No se informará la existencia de dos versiones distintas del juego, asegurando que las respuestas reflejen percepciones reales y espontáneas.

3.4.3. Instrumentos de medición

Para la recolección de datos se utilizará un cuestionario post-juego, diseñado a partir de escalas validadas en estudios previos sobre experiencia de usuarios en videojuegos. Se consideraron los siguientes instrumentos de referencia:

- **Game Experience Questionnaire (GEQ):** Adaptando items relacionados a sensaciones, inmersión y flujo.
- **Presence Questionnaire.** Basado en el modelo propuesto de [Ijsselstein *et al.*, 2007]
- **Cuestionario personalizado de evaluación musical.** Inspirado en la metodología de [Nacke y Lindley, 2010].

Cada pregunta se responderá mediante una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 corresponde a "Muy en desacuerdo" y 5 a "Muy de acuerdo". Las preguntas se agrupan en las siguientes categorías:

■ **Percepción del audio y su calidad:**

1. El sonido del juego me pareció claro y de buena calidad.
2. El audio me ayudó a entender mejor lo que estaba ocurriendo en pantalla.
3. Noté variaciones en la música dependiendo de lo que hacía o dónde estaba.
4. El sonido parecía provenir de fuentes con ubicación definida dentro del entorno.

■ **Inmersión y su presencia:**

1. El sonido contribuyó significativamente a la atmósfera o ambientación del nivel.
2. Pude identificar fácilmente la dirección desde la cual provenían los sonidos.

■ **Flujo y atención:**

1. El audio reaccionaba apropiadamente a mis acciones como jugador/a.

■ **Gameplay y mecánicas:**

1. La música cambió de forma coherente según el ritmo del juego.

Además, se incluirán las siguientes preguntas abiertas como opcionales, para complementar el análisis con datos cualitativos:

1. ¿Hay algo que te haya llamado especialmente la atención sobre el audio dentro del juego?
2. ¿Cómo describirías tu experiencia sonora durante el juego con tus propias palabras?

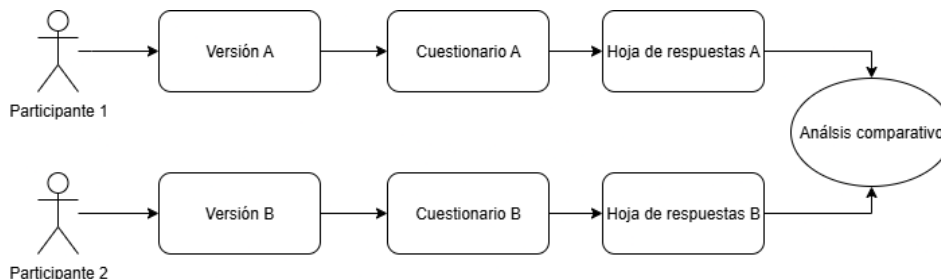


Figura 18: Flujo de evaluación de la experiencia del usuario
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

4.1. Análisis de resultados

Una vez recopilados los datos de ambas versiones del juego mediante el cuestionario aplicado a los participantes, se procedió a preparar el conjunto de datos para llevar a cabo el análisis.

4.1.1. Preparación de datos

El proceso de preparación de los datos consistió en los siguientes pasos :

- Se combinaron las respuestas de ambas versiones en un único documento para facilitar su procesamiento.
- Se añadió una columna **Versión** para identificar a qué versión corresponde cada respuesta (Versión A: Original, Versión B: Modificada).

4.1.2. Estructura de los datos

Recordando que las preguntas del cuestionario estaban organizadas en cuatro dimensiones/categorías de evaluación, más un bloque de preguntas abiertas para observaciones subjetivas:

- **Percepción del audio y su calidad:** Preguntas 1-4.
- **Inmersión y su presencia:** Preguntas 5-6.
- **Flujo y atención:** Pregunta 7.
- **Gameplay y mecánicas:** Pregunta 8.
- **Preguntas abiertas:** Preguntas 9-10 (no incluidas en el análisis cuantitativo).

4.1.3. Resultados cuantitativos por pregunta

En primera instancia se realizó un análisis descriptivo simple, calculando el promedio de las respuestas para cada pregunta individual, comparando ambas versiones:

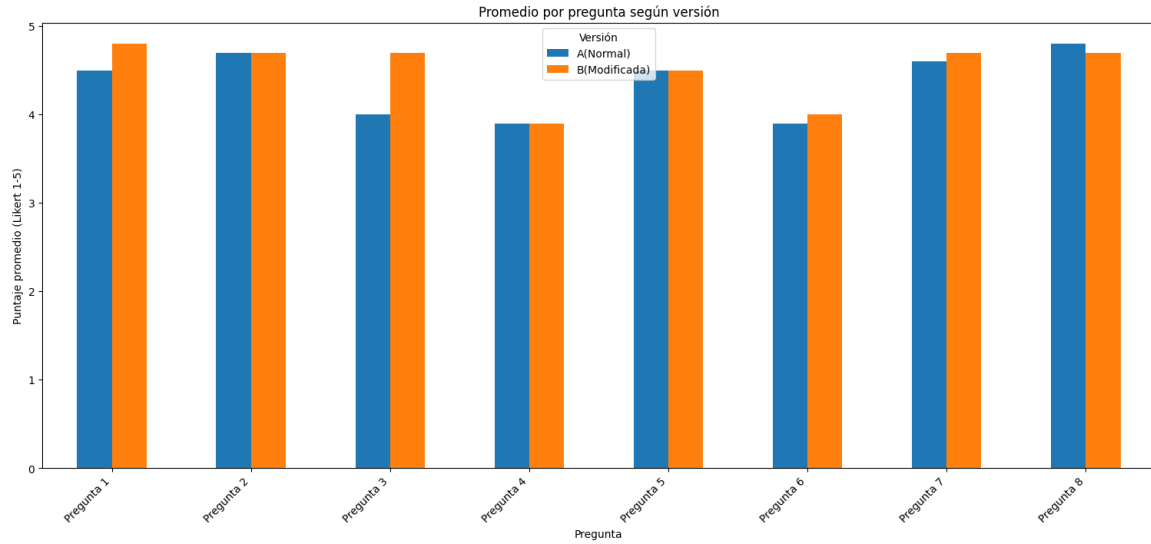


Figura 19: Promedio de respuestas para cada pregunta por versión
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el detalle numérico de dichos promedios, incluyendo además el valor absoluto de la diferencia entre ambos valores:

Tabla 4: Promedio de respuestas por pregunta según versión del juego.

Pregunta	Versión A (Normal)	Versión B (Modificada)	Diferencia
Pregunta 1	4.5	4.8	0.3
Pregunta 2	4.7	4.7	0
Pregunta 3	4.0	4.7	0.7
Pregunta 4	3.9	3.9	0
Pregunta 5	4.5	4.5	0
Pregunta 6	3.9	4.0	0.1
Pregunta 7	4.6	4.7	0.1
Pregunta 8	4.8	4.7	0.1

A partir de estos resultados, se observan dos diferencias relevantes:

- La mayor diferencia se encuentra en la **Pregunta 3** ("Noté variaciones en la música dependiendo de lo que hacía o dónde estaba."), lo que sugiere que los cambios implementados efectivamente aportaron a una mayor percepción de la adaptabilidad sonora del juego.
- La **Pregunta 1** ("El sonido del juego me pareció claro y de buena calidad") también muestra una diferencia positiva a favor de la versión modificada del juego, indicando

una mejora en la claridad y calidad del sonido.

4.1.4. Resultados agrupados por dimensiones/categorías

Para obtener una visión más global, se calcularon los promedios agrupando las respuestas de las preguntas correspondientes a cada dimensión.

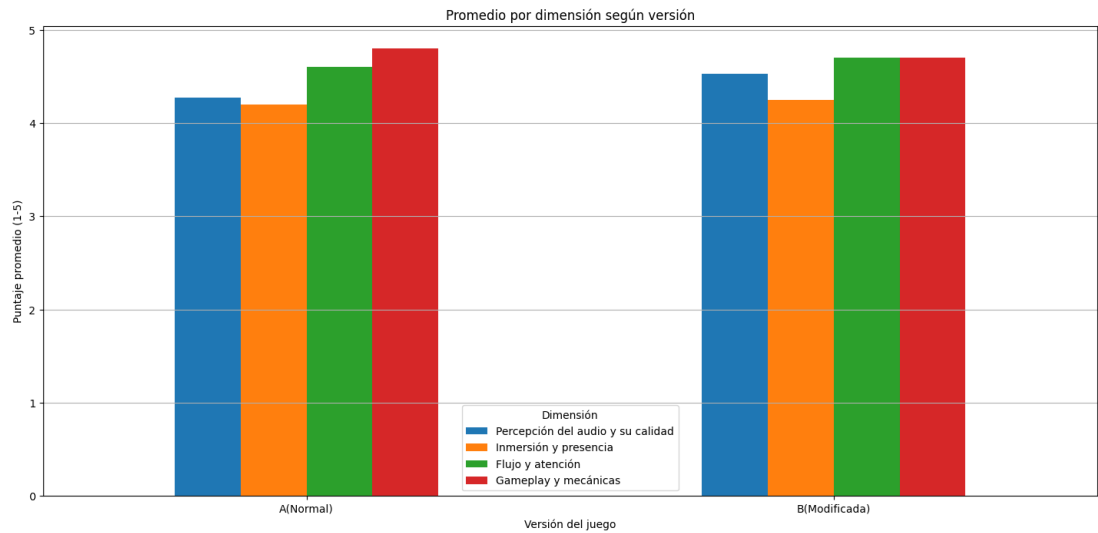


Figura 20: Promedio de cada dimensión/categoría para cada versión
Fuente: Elaboración propia.

Para más detalle, se puede observar la siguiente tabla, donde se incluyó el valor promedio de cada categoría para cada versión, además de la diferencia en valor absoluto :

Tabla 5: Promedio de cada categoría por versión del juego.			
Dimensión	Versión A (Normal)	Versión B (Modificada)	Diferencia
Percepción del audio y su calidad	4.275	4.525	0.25
Inmersión y presencia	4.2	4.25	0.05
Flujo y atención	4.6	4.7	0.1
Gameplay y mecánicas	4.8	4.7	0.1

4.1.5. Análisis e interpretación

Los datos muestran una tendencia clara:

- La dimensión de **Percepción del audio y su calidad** es la que presenta una mayor diferencia entre versiones. Este resultado valida que el sistema de audio inmersivo implementado no solo aportó variedad, sino que fue efectivamente percibido por los jugadores.
- Las otras dimensiones muestran diferencias mínimas o nulas lo que podría ser interpretado como que el sistema de audio inmersivo implementado no impactó negativamente en otros aspectos del juego.

4.1.6. Resumen cualitativo de las respuestas abiertas

Además de las 8 preguntas de escala Likert utilizadas para medir los cambios de forma cuantitativa, el cuestionario incluyó dos preguntas abiertas orientadas a recoger observaciones subjetivas de los participantes respecto a la experiencia sonora:

- ¿Hay algo que te haya llamado especialmente la atención sobre el audio dentro del juego?
- ¿Cómo describirías tu experiencia sonora durante el juego con tus propias palabras?

Tras revisar las respuestas entregadas por los participantes, se identificaron los siguientes patrones recurrentes:

- Respecto a la **Versión B (Modificada)**, varios participantes mencionaron explícitamente que "los sonidos de fondo estaban bien" y "no hubo silencio o discontinuidad" al recorrer distintas zonas del juego.
- Algunos participantes de la versión original (A) indicaron que "el audio estaba bien pero que le faltaba más variedad, se sentía repetitivo", mientras que en la versión modificada se destacó " los efectos de sonido se sentían bien según lo que pasaba o donde estaba".
- No se detectaron comentarios negativos respecto al audio en ninguna de las versiones, lo que sugiere que las modificaciones realizadas no provocaron rechazo o incomodidad perceptual.
- Para ambas versiones hay participantes que mencionan ideas para añadir incluso más audios e interacciones sonoras al juego.

4.1.7. Observaciones e hipótesis sobre la ausencia de diferencias significativas en algunas dimensiones

Si bien se mencionó que la dimensión de "Percepción del audio y su calidad" mostró una diferencia clara, otras dimensiones como "Flujo y atención" o "Gameplay y mecánicas" presentaron valores muy similares entre las versiones. A partir de esto, se pueden plantear las siguientes observaciones e hipótesis:

- La integración del sistema de audio inmersivo se enfocó principalmente en aspectos relacionados con la ambientación, más que en la retroalimentación directa relacionada con las mecánicas del juego (por ejemplo, efectos de UI/User Interface, indicadores de daño o eventos clave del gameplay).
- La naturaleza del juego evaluado (WAG) posee un ritmo relativamente pausado, lento y más centrado en exploración, por lo que dimensiones como "Flujo y atención" pueden estar más directamente influenciadas por el diseño de las mecánicas que por el sistema de audio.
- La muestra de los participantes, al estar compuesta tanto por jugadores más casuales como jugadores más experimentados, podría haber diluido algunas diferencias percibidas en categorías más técnicas como el flujo de juego.
- Por último, es posible que para detectar cambio significativos en dimensiones como "Gameplay y mecánicas", sea necesario implementar un sistema de audio incluso más vinculado al gameplay del juego, o bien, implementar nuevas mecánicas de juego, lo cual excedía el alcance de este proyecto.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Para concluir con este documento se ha de discutir el cumplimiento de los objetivos planteados en la sección 1.1 en función de los resultados obtenidos mediante el cuestionario aplicado a los usuarios.

5.1. Cumplimiento de Objetivos

5.1.1. Objetivo General

El objetivo general de esta memoria fue desarrollar e implementar un sistema de audio inmersivo avanzado en un prototipo de videojuego utilizando un proyecto disponible de Unity, y evaluar su impacto en la percepción de la calidad y la experiencia del usuario mediante pruebas controladas. El trabajo realizado se conformó por las siguientes tareas claves:

- **Revisión y selección de tecnologías de audio inmersivo:** En esta etapa se ha realizado un análisis de las diversas tecnologías y métodos de implementación de audio y música en videojuegos utilizados actualmente en la industria. Se eligió el middleware Wwise luego de realizar esta comparación utilizando diversos criterios pertinentes a la inmersión, flexibilidad y escalabilidad de la tecnología.
- **Identificación del prototipo de videojuego a utilizar:** Luego de haber elegido la tecnología de audio a utilizar se hizo el análisis y búsqueda de un prototipo de videojuego que permitiera aprovechar el máximo la herramienta seleccionada. Se seleccionó Wwise Adventure Game (WAG) por las ventajas que traía y conveniencia de uso junto a Wwise.
- **Desarrollo e implementación del sistema de audio inmersivo:** Se diseñó un sistema de audio inmersivo acorde a lo entregado por el prototipo de WAG, pensando en las ambientaciones y elementos presentes en el mismo.
- **Evaluación de la experiencia de usuario:** Se generó una metodología que permitiera cuantificar el impacto del sistema de audio inmersivo desarrollado utilizando herramientas verificadas en la industria. La metodología de test A/B y la adaptación de las métricas relacionadas al audio del Game Experience Questionnaire (GEQ) permitieron validar lo que se había trabajado.
- **Análisis de resultados y conclusiones:** Luego de haber recolectado los datos utilizando la metodología de prueba planteada, se analizaron los resultados para comprobar que el sistema de audio implementado presentaba mejoras respecto a la versión base del

juego. También se discutió y se plantearon hipótesis respecto al resto de resultados obtenidos.

En conclusión, los objetivos planteados al inicio del proyecto fueron cumplidos de forma satisfactoria, alcanzando tanto la implementación técnica como la validación mediante pruebas controladas.

5.2. Trabajo futuro

5.2.1. Mejoras al sistema de audio implementado

Si bien los resultados obtenidos evidencian una mejora respecto al sistema de audio base, existen múltiples líneas de mejora y expansión:

- Incorporar técnicas y opciones adicionales disponibles en Wwise.
- Integrar mecánicas de juego adicionales o modificar las mecánicas ya existentes dentro del WAG para ofrecer más oportunidades de interacción sonora.
- Ampliar la biblioteca de sonidos con grabaciones originales o diseñadas específicamente para el proyecto, para evitar el uso de sonidos genéricos.

5.2.2. Futuros estudios

Existe mucho espacio para probar distintas metodologías para poder desarrollar un sistema de audio inmersivo: Experimentar con otro género de videojuego (Terror, plataformas, etc); Probar otras herramientas de audio como FMod; Añadir técnicas avanzadas de teoría musical; Probar otro tipo de preguntas; Realizar tests con grupos más variados de participantes; entre otros.

5.3. Reflexión final: Impacto de un sistema de audio inmersivo en el desarrollo comercial de videojuegos

La industria actual de los videojuegos se encuentra en un estado de alta competitividad y una alta saturación de mercado. La mayor accesibilidad de herramientas para el desarrollo, la proliferación de estudios independientes y las plataformas de distribución digital (especialmente Steam) han permitido la publicación masiva de títulos, los cuales luchan por destacarse en este entorno cada vez más competitivo y exigente. Considerando esto, la diferenciación de

un videojuego se vuelve crítica no solo para el éxito comercial del mismo, sino que también para captar la atención de los jugadores y ofrecer una experiencia memorable.

Los resultados obtenidos en esta memoria, si bien, se enmarcan dentro de un entorno controlado, permiten observar que la implementación de un sistema de audio inmersivo tiene un impacto positivo y perceptible en la experiencia del usuario.

Considerando que el audio suele ocupar un rol secundario en las etapas más iniciales del desarrollo de un videojuego, donde a menudo se suele dar más prioridad a la jugabilidad o a los aspectos visuales del mismo, se propone invertir la siguiente idea: *Invertir en diseño sonoro de forma temprana y estratégica en el desarrollo puede traducirse en una ventaja competitiva sustancial*. Un sistema de audio bien diseñado no solo mejora la percepción de la calidad del producto, sino que también contribuye a la inmersión y, por ende, a la retención del jugador.

Desde esta perspectiva y con esto en mente, los desarrolladores de videojuegos, tanto independientes como los pertenecientes a estudios consolidados, debieran considerar el audio inmersivo no como simplemente un elemento complementario del videojuego, sino como un componente central del diseño de la experiencia que se busca entregar. El presente trabajo demuestra que incluso mediante el uso de herramientas accesibles como Wwise y prototipos ya existentes, es posible generar un valor real a través de la modificación del sonido y audio.

En un mercado saturado, donde muchos productos no logran destacarse, la implementación de un sistema de audio avanzado puede representar una vía concreta para ofrecer más y mejores experiencias, alineadas con las expectativas del jugador contemporáneo.

5.4. Palabras Finales del Autor

La realización de este proyecto ha presentado un desafío interesante y enriquecedor, que ha requerido de extensos períodos de investigación, estudio, diseño y experimentación, además de la aplicación de habilidades creativas a la hora de imaginar el sonido de un ambiente virtual. El audio y la música en videojuegos son un área muy extensa y compleja, siendo sólo una de las aristas que conforman estas tan complejas creaciones que muchos disfrutamos a diario.

Más allá de los resultados obtenidos, espero que este documento sirva como un buen punto de partida para futuros trabajos e investigaciones, como una contribución al estudio y valoración del diseño sonoro dentro de la industria de los videojuegos, área que continúa evolucionando y ganando importancia dentro de la creación de experiencias interactivas.

ANEXOS

ANEXO A: Conceptos técnicos de Wwise y mezcla de audio

En este anexo se explicarán algunos términos técnicos de Wwise que complementan el trabajo realizado y dan un mayor entendimiento respecto a las decisiones tomadas en cuanto a las modificaciones de los audios añadidos.

- **Buses de Audio:** Los buses (o bus de mezcla) son estructuras que agrupan sonidos o eventos con el fin de controlar su volumen, aplicar efectos globales y gestionar la jerarquía de mezcla. Existen diferentes tipos de buses, los más importantes:
 - **Master Audio Bus:** Bus principal donde todo el audio es procesado antes de enviarse al juego.
 - **Actor-Mixer Buses:** Agrupar sonidos o categorías específicas (Ej: música, efectos, diálogos).

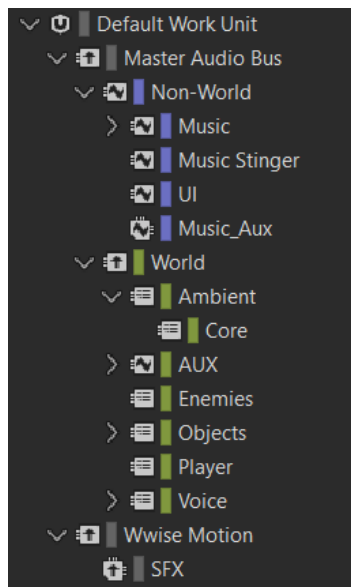


Figura 21: Buses de audio: Wwise Adventure Game
Fuente: Elaboración propia.

- **Nivel de volumen y decíbeles (dB):** En Wwise el volumen se mide en decíbeles (dB), siguiendo una escala logarítmica. Algunas consideraciones claves:
 - 0 dB corresponde al volumen base de referencia (sin aumento ni disminución).

- Valores negativos (por ejemplo, -3 dB) indican una reducción de volumen.
 - Cambios de ± 1 dB son generalmente perceptibles por el oído humano en contextos controlados.
- **Atenuación por distancia:** Wwise utiliza curvas de atenuación para definir cómo disminuye el volumen de un sonido según la distancia del oyente (jugador) con respecto a la fuente sonora. Algunos detalles importantes:
- Las unidades de distancia dependen del motor de juego; en Unity, por defecto, 1 unidad corresponde a 1 metro real.
 - Se pueden personalizar las curvas de atenuación para conseguir el comportamiento que se espera.

ANEXO B: Resultados de la encuesta en detalle

En este anexo, se incluirán todas las respuestas (20 participantes) obtenidas en las encuestas realizadas, para ambas versiones del juego (10 participantes por versión).

Para la versión A (Normal) del juego:

Participante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	5	5	4	5	5	5	5	5
2	5	4	3	5	4	4	4	4
3	5	5	5	4	5	4	5	5
4	5	5	5	5	5	5	4	5
5	4	5	5	3	5	4	5	5
6	3	3	3	2	4	2	4	4
7	5	5	5	5	5	5	5	5
8	4	5	3	4	4	3	5	5
9	5	5	4	3	4	3	4	5
10	4	5	3	3	4	4	5	5

Tabla 6: Resultados de la encuesta por participante – Versión A

Para las respuestas cualitativas (preguntas 9 y 10, opcionales):

- **Participante 1:** 'Nada que decir' - 'Correcta.'
- **Participante 2:** 'Las transiciones de sonido son limpias y claras, tanto al entrar y salir de combate, como el cambio de zona en el juego. Cada acción llevada a cabo tiene su propio sonido distintivo y representativo de la acción (atacar, recoger objetos, monedas). Por otro lado sufre del mismo problema común en este tipo de juegos con sonido

dinámico, los enfrentamientos pueden durar poco provocando un cambio brusco en la música pasando de música de ambiente a menos de un segundo de combate para cambiar a ambiente nuevamente. También preferiría que los cambios entre zona fueran más notables, me parece correcto que sean limpias las transiciones pero si fueran más notables o distintivas ayudaría mucho mas al reconocimiento y memoria de la zona. (la música del pueblito es mucho más memorable que la del bosque)' - 'Estuvo bastante bien en general, no noté ningún problema a primer vista con el origen de los sonidos o algún disonancia en el transcurso del juego (descontando el cambio abrupto de música).'

- **Participante 3:** 'En ciertas situaciones se sentia raro el golpear cosas verdes (posible arbusto) y que sonara como un golpe a una caja - En general, buena aunque siento que podria mejorar agregandole algun indicador sonoro al "hacerle parry" a los proyectiles de la planta'.
- **Participante 4:** 'All good man' - 'No encuentre popping ni discontinuidades al cambiar de musica, todo bien.'
- **Participante 5:** 'no se si es porque tengo audifonos 7.1 o por alguna otra razon pero en la cinematica de cuando el mago habla se sentia más en la izquierda que en la derecha cuando estaba al frente' - 'muy buena'.
- **Participante 6:** 'Me gustaron los cambios de sonido según la textura del piso aunque personalmente siento que la música se hacía repetitiva. Mientras que al entrar a combate el cambio del volumen de la música era bueno creo que deja muy por debajo al resto de los sonidos' - 'Estuvo bien en general, creo que faltó más variedad de sonidos.'
- **Participante 7:** 'Se mezclaban muy bien los sonidos tanto de la musica como los sonidos de ambiente y efectos de sonido' - 'Muy grata, se sentia muy inmersivo jugarlo.'
- **Participante 8:** 'Los cambios al entrar a combate me gustaron bastante' - 'Quizás añadir un par de sonidos más, aunque esto a su vez podría traer el tener demasiado sobrecargado el ambiente sonoro.'
- **Participante 9:** 'Me gustaron las interacciones con los NPC. El mago era chistoso' - 'Piola.'
- **Participante 10:** 'Participante no respondió' - 'Participante no respondió.'

Para la versión B (Modificada) del juego:

Participante	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	4	4	4	5	5	5	4
3	5	5	5	3	5	4	5	5
4	3	4	4	3	2	3	4	4
5	5	5	5	4	5	4	5	4
6	5	4	5	2	4	5	5	5
7	5	5	5	5	5	4	5	5
8	5	5	5	4	5	4	4	5
9	5	5	4	5	4	3	4	5
10	5	5	5	4	5	3	5	5

Tabla 7: Resultados de la encuesta por participante – Versión B

Para las respuestas cualitativas (preguntas 9 y 10):

- **Participante 1:** 'Los disparos de los mobs tenían un sonido espacial' - 'Mejor que con la versión A.'
- **Participante 2:** 'Que todas las acciones tienen un sonido correspondiente que aumenta la inmersión en el juego. Hubo un sonido en particular que aparecía en el bosque que me resulto fuera de lugar, pues sonaba como algo moviéndose dentro de un arbusto, pero el origen del sonido parecía ser el jugador.' - 'Excelente :D'
- **Participante 3:** ':)' - ':P'.
- **Participante 4:** 'Interesante el cambio del sonido al pisar en diferentes tipos de suelos, lo mismo con el golpe de la espada en diferentes tipos de texturas; la variación de intensidad en la música dependiendo si estabas en pelea o en una zona más hostil lo hace más inmersivo, aunque el brusco aumento de volumen solapaba mucho los efectos de sonidos.' - 'Es agradable la transición que tiene la música dependiendo del contexto en el que te encuentres (aunque la música en cuestión es bien genérica y poco memorable), los efectos de sonidos creados por el ambiente están bien aunque de repente no tienen mucho sentido, como en el caso de la herrería que no se ve ningún martillo pero se escucha el golpe de uno de fondo y que el fuego del horno parece más de hoguera; en cuanto a la cascada siento que debería escucharse desde más lejos para que se sienta más su presencia como objeto importante del mapa, pero sin tanta fuerza para que no moleste al oyente, pero por lo general el juego representa bien lo sucedido en pantalla.'
- **Participante 5:** 'Me gustaron los sonidos de ambiente pero muchas veces se me hacía raro de donde provenían.' - 'Me gustó, se sintieron bien los efectos de sonido para las distintas acciones'
- **Participante 6:** 'Los sonidos al atacar árboles o rocas eran similares' - 'Tenía sentido con lo que hacía en el juego y añadía más inmersión'.

- **Participante 7:** El participante no respondió - 'Muy inmersiva y dinámica, se adapta adecuadamente a los diferentes entornos y acciones que ocurren dentro del juego.'
- **Participante 8:** El participante no respondió - El participante no respondió.
- **Participante 9:** El participante no respondió - 'Creo que buena'
- **Participante 10:** 'Me gustó que habían sonidos distintos si en el juego era de día o de noche' - 'Los sonidos de fondo me hacían mirar intentando buscar la fuente de donde venían, me pareció interesante'.

Tiempos SCT: Avance Inicial

Tabla 8: Tiempos SCT Avance de Memoria.

Actividad	Tiempo [min]
Planificación	90 [min]
Búsqueda de información	420 [min]
Análisis	360 [min]
Desarrollo del documento	800 [min]
Edición del documento	600 [min]
Total	37 [h] 50 [min]

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [nom,] The sound of 'no man's sky'. <https://www.gdcvault.com/play/1024067/The-Sound-of-No-Man>. Accessed: 2023-11-25.
- [jue, 2023] (2023). How much does it cost to develop an indie game in 2023? <https://www.juegostudio.com/blog/indie-game-development-cost>. Accessed: 2023-11-19.
- [Audiokinetic,] Audiokinetic. The witcher 3: Wild hunt - game audio. <https://www.audiokinetic.com/en/blog/the-witcher-3-wild-hunt-game-audio-wwise-tour/>. Accessed: 2025-03-21.
- [Audokinetic, 2025] Audokinetic (2025). Courses. Audiokinetic Inc. "Courses." Audiokinetic.com.
- [Caroux, 2023] Caroux, L. (2023). Presence in video games: A systematic review and meta-analysis of the effects of game design choices. *Appl. Ergon.*, 107(103936):103936.
- [Collins, 2009] Collins, K. (2009). An introduction to procedural music in video games. *Contemp. Music Rev.*, 28(1):5-15.
- [Cox y Nordin, 2014] Cox, A. y Nordin, A. I. (2014). *Immersion in Digital Games: Review of Gaming Experience Research*.
- [Csikszentmihalyi, 1990] Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Row.
- [Cullen,] Cullen, M. Basics of sound design for video games. <https://frost.ics.uci.edu/ics62/BasicsofSoundDesignforVideoGames-MichaelCullen.pdf>. Accessed: 2023-11-21.
- [Cullimore et al., 2014] Cullimore, J., Hamilton, H., y Gerhard, D. (2014). Directed transitional composition for gaming and adaptive music using q-learning. En *Directed Transitional Composition for Gaming and Adaptive Music Using Q-Learning*.
- [Dictionary.Com,] Dictionary.Com. Dictionary.Com. <https://www.dictionary.com/browse/music>. Accessed: 2023-11-20.
- [Engels et al., 2021] Engels, S., Tong, T., y Chan, F. (2021). Automatic real-time music generation for games. *Proc. AAAI Artif. Intell. Interact. Digit. Enterain. Conf.*, 11(1):220-222.
- [Felton y Jackson, 2022] Felton, W. M. y Jackson, R. E. (2022). Presence: A review. *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, 38(1):1-18.
- [Grimshaw, 2011] Grimshaw, M. (2011). *Game Sound Technology and Player Interaction: Concepts and Developments*. IGI Global.

- [Helplama, 2025] Helplama (2025). Game industry usage and revenue statistics 2025. <https://helplama.com/game-industry-usage-revenue-statistics/>. Accessed: 2025-07-14.
- [Ijsselsteijn et al., 2007] Ijsselsteijn, W., Kort, de, Y., Poels, K., Jurgelionis, A., y Bellotti, F. (2007). Characterising and measuring user experiences in digital games. En Bernhaupt, R. y Tscheligi, M., editores, *Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2007), June 13-15, 2007*, pp. 1-4. conference; ACE 2007; 2007-06-13; 2007-06-15 ; Conference date: 13-06-2007 Through 15-06-2007.
- [J. Sawyer, 2015] J. Sawyer, B. Null, E. F. (2015). Pillars of eternity. https://store.steampowered.com/app/291650/Pillars_of_Eternity/.
- [Jørgensen, 2013] Jørgensen, K. (2013). *Gameworld Interfaces*. MIT Press, USA.
- [MinoDEV, 2024] MinoDEV (2024). Rabbit steel. https://store.steampowered.com/app/2132850/Rabbit_and_Steel/.
- [Nacke y Lindley, 2010] Nacke, L. E. y Lindley, C. A. (2010). Affective ludology, flow and immersion in a first- person shooter: Measurement of player experience.
- [Plut y Pasquier, 2019a] Plut, C. y Pasquier, P. (2019a). Music matters: An empirical study on the effects of adaptive music on experienced and perceived player affect. En *2019 IEEE Conference on Games (CoG)*. IEEE.
- [Plut y Pasquier, 2019b] Plut, C. y Pasquier, P. (2019b). Music matters: An empirical study on the effects of adaptive music on experienced and perceived player affect. En *2019 IEEE Conference on Games (CoG)*. IEEE.
- [Plut y Pasquier, 2020] Plut, C. y Pasquier, P. (2020). Generative music in video games: State of the art, challenges, and prospects. *Entertain. Comput.*, 33(100337):100337.
- [Statista,] Statista. Steam annual game releases 2025. <https://www.statista.com/statistics/552623/number-games-released-steam/>. Accessed: 2025-07-13.
- [Sweet, 2014] Sweet, M. (2014). *Writing interactive music for video games*. Addison-Wesley Educational, Boston, MA.
- [Sweet, 2015] Sweet, M. (2015). *Writing interactivemusic for video games: a composer's guide*. Pearson Education.
- [Technologies,] Technologies, F. 28. appendix: Celeste getting started guide. <https://www.fmod.com/docs/2.03/studio/appendix-a-celeste.html>. Accessed: 2025-03-21.