

Proyecto aplicado en diseño sonoro para un nivel de un videojuego de aventura en 3D

Gustavo Andrés Serna Garces

Asesor:

Carlos Andrés Eraso Realpe

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Tecnología en Producción de Audio

2026

Resumen

El presente proyecto aplicado tiene como objetivo desarrollar el diseño sonoro de un nivel de un videojuego 3D del género aventura-ficción, integrando procesos creativos y técnicos propios del campo del audio interactivo. El trabajo se estructura en cinco etapas: (1) revisión y análisis de las escenas, con el fin de planificar los diversos sonidos requeridos; (2) elaboración de una Soundbank Sheet para el registro y organización del banco de sonidos; (3) grabación y diseño de recursos sonoros, incluyendo voces, Foley, ambientes, síntesis y música; (4) implementación de dichos elementos en el entorno del videojuego, y (5) pruebas de calidad. Más allá de su desarrollo técnico, el proyecto busca aportar al fortalecimiento del campo profesional del diseño sonoro para videojuegos, una disciplina en constante crecimiento que combina la creatividad artística con el uso especializado de herramientas tecnológicas. Asimismo, se plantea como una oportunidad de inserción en un mercado laboral global en expansión, con el propósito de consolidar esta práctica como una fuente de desarrollo profesional e ingresos sostenibles en el tiempo.

Palabras clave: Diseño sonoro, videojuegos, Foley, música adaptativa, audio interactivo.

Abstract

This applied project aims to develop the sound design for one level of a 3D adventure–fiction video game, integrating creative and technical processes characteristic of the field of interactive audio. The work is structured in five stages: (1) review and analysis of the scenes in order to plan the various required sounds; (2) development of a Soundbank Sheet to document and organize the sound library; (3) recording and design of sound assets, including voice, Foley, ambiences, synthesis, and music; (4) implementation of these elements within the game environment; and (5) quality testing. Beyond its technical development, the project seeks to contribute to the strengthening of the professional field of sound design for video games, a rapidly growing discipline that combines artistic creativity with the specialized use of technological tools. It is also conceived as an opportunity for entry into an expanding global job market, with the aim of consolidating this practice as a source of professional development and sustainable long-term income.

Keywords: Sound design, video games, Foley, adaptive music, interactive audio.

Tabla de Contenido

Introducción e Información General.....	10
Introducción	10
Definición del Problema	11
Justificación	12
Objetivos.....	14
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Marco Teórico y Conceptual	16
Marco Teórico.....	16
Marco Conceptual.....	16
Metodología	23
Fase 1 - Preproducción (Planeación)	23
Fase 2 - Producción (Grabación y Diseño).....	24
Fase 3 - Postproducción (Edición y Preparación de Assets de Audio).....	24
Fase 4 - Implementación en Fmod y Unity.....	25
Fase 5 - Pruebas y Optimización	26
Documentación y Entrega.....	27
Desglose Operativo por Fase (Actividades Concretas y Formatos Técnicos).....	27
Preproducción	27
Producción	28
Postproducción.....	28

Implementación y Pruebas	28
Desarrollo.....	29
Fase 1. Preproducción.....	29
Análisis Visual y Conceptual del Videojuego	29
Elaboración del Sound Bank Sheet.....	31
Inventario Técnico y Recursos de Producción.....	33
Plan de Trabajo	35
Fase 2. Producción.....	36
Grabación de Voz Femenina para el Personaje Principal (Ellen).....	36
Grabación de Voz Masculina para los Enemigos (Chomper y Grenadier).....	37
Registro de Foley y Efectos de Movimiento.....	38
Ambientes y Paisajes Sonoros a partir de Bibliotecas Especializadas	39
Diseño Sonoro con Sintetizador Vital.....	40
Diseño Sonoro con Sintetizador Serum	41
Clasificación e Inventario del Material Grabado y Diseñado.....	42
Clasificación del Material Sonoro	42
Organización del Material Grabado y Diseñado.....	43
Inventario y Documentación del Material	45
Selección y Clasificación de Música	46
Revisión de Bibliotecas Musicales de Uso Libre	46
Clasificación y Organización del Material Musical.....	46
Evaluación Técnica y Preparación para la Implementación.....	47
Fase 3. Postproducción	47

Integración de Elementos Sonoros en la Estación de Trabajo Digital (DAW).....	48
Restauración y Limpieza de Artefactos Sonoros No Deseados.....	48
Edición y Construcción de Capas Sonoras	48
Renderizado y Exportación de Assets de Audio.....	49
Preparación y Organización Final para la Implementación	49
Fase 4. Implementación	50
Preparación de Assets de Audio para Integración en Middleware Fmod.....	50
Configuración del Middleware Fmod.....	51
Organización de assets y estructuración de eventos sonoros en Fmod.....	52
Mapeo de Eventos y Triggers Interactivos dentro de Unity	54
Implementación de Sonidos Adaptativos y Dinámicos usando Fmod en Unity.....	56
Integración de Música Interactiva usando Fmod en Unity	57
Pruebas de Sincronía y Balance en Entorno Jugable	58
Mezcla.....	58
Optimización de Rendimiento de Audio y Gestión de Recursos.....	62
Revisión de Versión Final.....	62
Análisis y Resultados.....	63
Análisis Técnico del Sistema Sonoro	63
Arquitectura e Implementación.....	63
Espacialización y Construcción del Espacio Acústico	64
Diseño de Capas y Dinamismo Sonoro	64
Análisis Funcional	65
Resultados Perceptuales y Experienciales	65

Síntesis de Logros	66
Conclusiones	67
Reflexión Final.....	68
Referencias Bibliográficas	69

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Interfaz Visual Unity</i>	30
Figura 2 <i>Mapa mental de elementos sonoros</i>	31
Figura 3 <i>Soundbank Sheet</i>	32
Figura 4 <i>Herramientas de grabación</i>	34
Figura 5 <i>Interfaz DAW Reaper</i>	39
Figura 6 <i>Sintetizador Vital</i>	40
Figura 7 <i>Sintetizador Serum</i>	41
Figura 8 <i>Organización de material sonoro</i>	44
Figura 9 <i>Creación y Configuración Sesión Fmod</i>	51
Figura 10 <i>Organización de Assets en Fmod</i>	52
Figura 11 <i>Organización de eventos en Fmod</i>	54
Figura 12 <i>Mapeo de eventos</i>	55
Figura 13 <i>Asignación de eventos sonoros 3D</i>	56
Figura 14 <i>Música adaptativa</i>	57
Figura 15 <i>Mezcla en Fmod</i>	60
Figura 16 <i>Sidechain Ellen - Musica</i>	61
Figura 17 <i>Home studio</i>	61

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Inventario de Recurso Humano</i>	33
Tabla 2 <i>Inventario de Equipos de Grabación</i>	34
Tabla 3 <i>Inventario de Software</i>	35
Tabla 4 <i>Estándar técnico de producción</i>	35

Introducción e Información General

Introducción

La industria de los videojuegos ha experimentado un crecimiento sostenido en las últimas décadas, convirtiéndose en un espacio donde el sonido adquiere un rol protagónico en la construcción de experiencias inmersivas. Más allá de acompañar la acción, el diseño sonoro orienta la atención del jugador, refuerza la narrativa y aporta a la jugabilidad.

Para Fernández Regalado, en su trabajo *Análisis de la industria de los videojuegos*, “la evolución de la industria de los videojuegos en los últimos 50 años ha sido notable, evidenciando un crecimiento impresionante y una diversificación en las plataformas.” Además, afirma que para el año 2022 esta industria “generó ingresos superiores a los 180.000 millones de dólares”. (2024, p.15).

Este proyecto tiene como objetivo realizar el diseño sonoro de un (1) nivel de un videojuego genérico 3D de aventura-ficción, desarrollando un flujo de trabajo que abarque desde la planeación y captura de sonidos (voces, Foley, ambientes y efectos, música), hasta la postproducción y la implementación técnica mediante el middleware Fmod y el game engine Unity. La propuesta busca garantizar coherencia estética, inmersión auditiva y eficiencia técnica en tiempo real.

La metodología se organiza en cuatro etapas: análisis de escenas, grabación y diseño, postproducción y finalmente implementación en el motor de juego. Como resultado se entregará un banco de sonidos estructurado, un proyecto funcional en Fmod y Unity, y lineamientos de mezcla adaptados a entornos interactivos. El documento se encuentra organizado para guiar al lector desde el planteamiento del problema hasta los resultados y conclusiones obtenidas.

Definición del Problema

El diseño sonoro en videojuegos es un proceso crítico que involucra la creación y gestión de elementos acústicos para mejorar la experiencia del jugador. Este proceso se puede dividir en varias etapas: preproducción, producción, postproducción e implementación. No solo complementa la narrativa visual, sino que también juega un papel fundamental en la inmersión del jugador. Los sonidos de fondo, efectos especiales y la música pueden influir en las emociones y comportamientos del jugador, creando una atmósfera que puede intensificar la experiencia de juego. Por ejemplo, en un videojuego de terror, los sonidos ambientales pueden generar tensión y anticipación.

La industria de los videojuegos ha pasado por diferentes etapas de desarrollo. Como todo en la industria del entretenimiento, la tecnología ha jugado un papel primordial. En lo referente al diseño sonoro para videojuegos, en los inicios los sonidos eran bastante básicos y sencillos, con muy poco peso en bits. Pero con el pasar de los años, la complejidad de los videojuegos no solo se evidencio en el aspecto visual, sino también en el aspecto sonoro, al punto que hoy en día, la inmersión en un sonido envolvente es parte vital de la experiencia de un jugador.

Hoy en día, la industria de los videojuegos tiene una participación nada despreciable dentro del mundo del entretenimiento. Así lo indica la publicación Entertainment and Media Outlook 2024-2028 de PwC, que afirma que, en 2023, los videojuegos generaron alrededor de 227.6 mil millones de dólares.

Los videojuegos son una industria en crecimiento y la demanda de trabajadores es aún muy alta. La labor del diseñador sonoro para videojuegos requiere habilidades de percepción auditiva, teoría del sonido, grabación, edición y mezcla, composición y producción musical, programación, habilidades en organización y administración de recursos. Con base en esta

coyuntura de la industria del entretenimiento donde los videojuegos son cada vez más relevantes surge la pregunta: ¿cómo realizar el diseño sonoro para un nivel de un videojuego de aventura en 3D?

Justificación

El diseño sonoro es un elemento crucial en la creación de videojuegos, ya que contribuye significativamente a la inmersión del jugador en el mundo virtual, mejora la experiencia del jugador, aumenta la inmersión en el juego, y es crucial para el éxito comercial del producto final.

Las razones por las cuales un proyecto de diseño sonoro para un videojuego es justificable y necesario son:

Necesidad de inmersión y realismo: El diseño sonoro permite al jugador experimentar una realidad cercana a la vida real, independientemente de si el juego es en 3D o 2D, si es en primera persona o no, etc. Esto se logra mediante la creación de sonidos ambientales, efectos de sonido y música que complementan la narrativa visual del juego. La inmersión auditiva es tan importante como la visualidad para convencer al jugador de que está dentro del mundo del juego.

Crear una experiencia emocional y sensitiva: El diseño sonoro debe estar conectado a la estructura emocional y sensitiva del juego. Esto significa que la música y los efectos de sonido deben influir en cómo el jugador interactúa con el juego y cómo percibe la historia. Un buen diseño sonoro puede evocar emociones y sensaciones que hacen que el juego sea memorable para los jugadores.

Enfatizar la narrativa: El sonido es una herramienta narrativa que trabaja en conjunto con la imagen para contar la historia del juego. Ayuda a crear un discurso coherente que involucra al jugador activamente en la narrativa. En los videojuegos, el jugador tiene un rol

activo en la historia, y el diseño sonoro es esencial para guiar al jugador a través de diferentes escenarios y situaciones.

Relevancia en la industria del entretenimiento: La industria de los videojuegos es una de las más grandes y lucrativas del mundo, y el diseño sonoro es un componente clave para su éxito. Un buen diseño sonoro puede hacer que un juego sea más atractivo y exitoso. Los videojuegos que incluyen un diseño sonoro bien elaborado tienen más probabilidades de ser bien recibidos por la audiencia y de generar una base de fans leal.

Objetivos

Se establecen a continuación los objetivos que orientan el presente proyecto aplicado. Estos delimitan el alcance del proyecto, precisan su dirección metodológica y estructuran las decisiones técnicas adoptadas durante el proceso de diseño e implementación del sistema sonoro interactivo.

La formulación de estos objetivos responde a la necesidad de articular la dimensión conceptual del diseño sonoro con su aplicación práctica en un entorno tridimensional, asegurando consistencia entre la fundamentación teórica, el desarrollo técnico y el análisis posterior de resultados.

Objetivo General

Diseñar el sistema sonoro integral de un nivel de un videojuego 3D del género aventura-ficción, construido sobre un entorno genérico y de uso libre, mediante la preproducción, producción, postproducción e implementación de los recursos sonoros (voces, Foley, ambientes, efectos y música), asegurando la coherencia estética, inmersión sonora y optimización técnica dentro del entorno interactivo.

Objetivos Específicos

Desarrollar la fase de preproducción, mediante el análisis del videojuego y la elaboración de un plan de trabajo que incluya el inventario de recursos y los aspectos técnicos necesarios para iniciar el desarrollo del proyecto.

Ejecutar la fase de producción y postproducción, mediante los procesos de grabación, edición, diseño con síntesis, mezcla y creación de assets de audio, garantizando su calidad técnica y consistencia narrativa con el videojuego.

Desarrollar la fase de implementación, integrando los assets finales en el middleware Fmod y el motor Unity, asegurando su correcta vinculación, respuesta interactiva y optimización en tiempo real; además de realizar pruebas de funcionamiento, ajustes finales y la entrega de la documentación técnica del proyecto.

Marco Teórico y Conceptual

Marco Teórico

El diseño de audio para videojuegos comparte similitudes con el de medios lineales como el cine y la televisión, pero presenta diferencias fundamentales, especialmente en cuanto a su implementación. Según Lanham (2017), *“Si bien el diseño de audio para videojuegos es similar al del cine y la televisión, en muchos aspectos se diferencia principalmente en su implementación. El audio para cine sigue un patrón lineal bien definido, mientras que en los videojuegos es no lineal e incluso puede ser dinámico o adaptativo.”*

De manera complementaria, Bridgett (2021) sostiene que *“el sonido es un sistema que puede influir de forma directa en la experiencia emocional del jugador, y su diseño debe responder al comportamiento y decisiones del usuario en tiempo real.”* En este sentido, el sonido deja de ser un simple acompañamiento para convertirse en un elemento narrativo que guía, impacta y reacciona ante las decisiones del jugador.

Al hablar de diseño sonoro para videojuegos, nos referimos a un campo del arte de la producción de audio que ha evolucionado significativamente, convirtiéndose en una parte esencial de la experiencia de los usuarios de esta forma de entretenimiento. Este proceso no solo implica la creación de sonidos, sino también su integración dentro del contexto narrativo y emocional del juego. A continuación, se presentan los conceptos y teorías fundamentales que sustentan esta disciplina.

Marco Conceptual

El diseño sonoro para videojuegos es una disciplina compleja que combina arte y técnica para enriquecer la experiencia del jugador. A medida que la tecnología avanza, también lo hace el potencial creativo dentro de este campo, ofreciendo nuevas oportunidades para innovar y

conectar con las audiencias. Según Porras Orozco “*el diseño sonoro es el proceso de grabar, modelar, manipular y procesar el sonido, para que apoye la experiencia emocional o sensitiva de un contenido audiovisual.*” (Porras Orozco, 2020, p.3). Así, el concepto de diseño sonoro aplicado a un videojuego se refiere a la creación y manipulación de sonidos para mejorar la experiencia del jugador.

La función principal del diseño sonoro aplicada a un videojuego es sumergir al jugador en una experiencia que se asemeje a la realidad, independientemente de si el entorno es ficticio o no. Esto se logra a través de una cuidadosa selección y creación de sonidos que generan empatía y conexión emocional con el jugador.

El diseño sonoro para videojuegos, y con mayor pertinencia en videojuegos 3D, se deben tener en cuenta diversos elementos que fortalecen la inmersión, la narrativa y la interacción. A continuación, se presentan los conceptos involucrados:

Ambientes sonoros: Para Pérez Valero, el concepto de sonido ambiente, (también llamado ambiente sonoro, paisaje sonoro, o soundscape), “*se ha reconfigurado como una composición que tiene su génesis en el universo de sonidos que están alrededor de quien graba*”. (Pérez Valero, 2023, p.4). Estos sonidos contribuyen a crear un contexto y una atmósfera, fundamentales para establecer el entorno del juego. Además, permiten definir la percepción espacio-temporal del jugador, reforzando su inmersión en la experiencia.

Voces y/o diálogos: Según Mejías Climent, “*el doblaje está inevitablemente conectado con las escenas cinemáticas de los juegos y con la búsqueda de realismo e inmersión*” (2022, p. 171). Las voces y los diálogos constituyen un elemento esencial, puesto que dotan de vida a los personajes, refuerzan la narrativa y potencian tanto la inmersión como la conexión emocional del

jugador con el videojuego. De este modo, transforman la experiencia interactiva en una vivencia mucho más intensa y significativa.

Foley: Se trata de sonidos específicos que acompañan las acciones o eventos dentro del juego, como disparos, pasos sobre diferentes superficies, manipulación de objetos y roces, entre muchos otros posibles sonidos derivados de acciones y movimientos. Según Dichio Suárez, “tanto el Foley como los efectos de sonido tienen la función de sonorizar objetos y/o situaciones del mundo virtual” (2022, p.111).

Diseño de efectos especiales con síntesis (SFX): Según Amil, “La síntesis de audio consiste en generar sonidos artificialmente, generalmente para imitar instrumentos musicales u otros sonidos del mundo real.” (2016, p.7). El diseño de sonido con síntesis es un proceso creativo y técnico mediante el cual se generan, manipulan y estructuran sonidos artificiales utilizando algoritmos de síntesis de audio (como la síntesis aditiva, sustractiva, de modulación de frecuencia, granular o por modelado físico), con el fin de cumplir una función expresiva, narrativa, estética o interactiva en un contexto determinado (música, cine, videojuegos, realidad virtual, etc.)

Música adaptativa: Según Olli Heino, “la música adaptativa es música que se adapta a las acciones del jugador o a otros eventos del juego. Cualquier parámetro del juego se puede configurar para controlar el sistema de música adaptativa.” (2023, p.21). La música no solo aporta emoción, sino que también influye en la narrativa y se constituye en un elemento fundamental para fortalecer la conexión entre el jugador y la experiencia interactiva. Además, la música podrá variar su intensidad dependiendo del progreso del jugador o los eventos narrativos. Se utilizarán transiciones musicales suaves para no interrumpir la inmersión.

Todos estos elementos son indispensables y necesarios para llevar al jugador a vivir una experiencia de juego más inmersiva y realista.

En el diseño e implementación de audio para videojuegos, dos ejes fundamentales orientan la articulación del sonido con la experiencia narrativa y la optimización de la percepción auditiva del jugador: la narrativa sonora y la psicoacústica.

Narrativa sonora: Según Guaman y Gutama, la narrativa sonora se define como “*historias o narraciones que se construyen a partir de sonidos ambientales o creados con objetos sonoros y buscan independizarse del lenguaje verbal y de las imágenes, su objetivo es depender netamente del sonido para comunicar el mensaje deseado.*” (2022, p.42). La narrativa sonora en los videojuegos es fundamental porque convierte el sonido en un narrador invisible que guía la atención del jugador, refuerza la inmersión y aporta coherencia al mundo virtual. A través de atmósferas, señales acústicas y motivos sonoros, el diseño sonoro transmite emociones, anticipa acciones y otorga identidad a personajes o lugares, enriqueciendo así la experiencia interactiva más allá de lo visual.

Psicoacústica: Según Yost, “*La psicoacústica es el estudio psicofísico de la acústica y la psicofísica es el estudio de la relación entre la percepción sensorial (psicología) y las variables físicas (física)*”. (2015, p.46). La psicoacústica estudia la relación entre las propiedades físicas del sonido y su percepción auditiva en el ser humano. En otras palabras, analiza cómo atributos como el tono, el timbre, la amplitud y el contexto acústico influyen en la experiencia psicológica del oyente.

Finalmente, en el proceso integral de diseño sonoro para un videojuego, es necesario considerar otros conceptos relevantes que merecen ser analizados:

Audio interactivo: Para Collins, los audios interactivos “*son eventos sonoros que ocurren en reacción al juego, que pueden reaccionar directamente al jugador*” (2008 p.126). Se refiere a todos los sistemas de audio en un videojuego que cambian dinámicamente en respuesta a las acciones del jugador, el estado del juego, el entorno virtual o parámetros predefinidos. A diferencia del sonido lineal (como en una película), el audio reactivo no está pre-renderizado de forma fija, sino que se genera o ensambla en tiempo real. Mediante el uso de un middleware como Fmod, los sonidos cambiarán dinámicamente según el estado del jugador, tiempo de juego, o proximidad a ciertos objetos. Esto se conoce como audio adaptativo.

Middleware: Es un software intermedio que actúa como puente entre el motor del videojuego y el motor de audio, permitiendo implementar, organizar y controlar el sonido de forma interactiva sin necesidad de programar directamente en el código del juego. Según Smith, un middleware como Fmod o Wwise, “*permite a los diseñadores de sonido esculpir un entorno auditivo elaborado e interactivo, además de integrar música que refleja a la perfección el estado del juego.*” (2020, p.5)

Audio envolvente y audio inmersivo: El audio envolvente busca enriquecer la calidad sonora de una fuente de audio mediante canales adicionales de altavoces que rodean al oyente en un radio de 360° en el plano horizontal, generando un campo sonoro que envuelve principalmente en dos dimensiones (2D) a través de múltiples canales discretos, normalmente en configuraciones como 5.1 o 7.1. Se caracteriza por la percepción espacial fija desde un “punto dulce” y la localización del sonido, pero tradicionalmente no incluye la dimensión vertical en la reproducción sonora. Por su parte, el audio inmersivo es un concepto más avanzado y holístico que abarca no solo el sonido envolvente sino también el sonido espacial, integrando múltiples capas y dimensiones (incluyendo altura) para crear una sensación auditiva tridimensional,

realista y dinámica que sitúa al oyente en el centro de la escena sonora. Esto permite que los sonidos provengan de cualquier dirección (alrededor, arriba, abajo) y de diferentes ángulos, no solo del plano horizontal, ofreciendo una experiencia de inmersión total a través de tecnologías como Dolby Atmos, Auro 3D o Ambisonics, con más canales y altavoces que brindan profundidad y realismo. Pueo y Sanchez afirman que el audio envolvente *“tiene como objetivo, recrear, en la medida de lo posible, un entorno sonoro que se aproxime al concepto omni espacial de 360 grados. En otras palabras, dotar al sonido de un campo de acción con 360 posibles ejes de incidencia, bien con un afán de construcción realista, o sencillamente, en pro de la máxima expresividad.”* (2011, p.173).

Audio ambisonic: Para Rubio Arenas, el sistema ambisonic, *“es una tecnología que permite la grabación, configuración y reproducción de señales acústicas en sistemas conformados por ‘n’ altavoces prácticos. De esta manera los receptores pueden localizar los sonidos que se ubican en el espacio de tres dimensiones.”* (2020, p.2). El audio ambisonic es un formato de sonido envolvente de esfera completa que captura y reproduce un campo sonoro tridimensional, incluyendo la información direccional en todas las dimensiones (360° alrededor e incluso altura). A diferencia de otros formatos multicanal que asignan señales a altavoces específicos, el Ambisonics codifica la información espacial en forma de un campo de sonido que luego se decodifica para cualquier arreglo de altavoces, ofreciendo flexibilidad en la reproducción y una experiencia de sonido inmersiva.

Audio binaural: Es una técnica de grabación y reproducción de audio que busca imitar cómo los seres humanos perciben los sonidos en el mundo real, utilizando dos micrófonos dispuestos de manera que simulan la posición y forma de los oídos humanos. Esta técnica captura las diferencias en tiempo, intensidad y fase del sonido que llega a cada oído, creando una

experiencia auditiva tridimensional muy realista cuando se escucha mediante auriculares estéreo. El objetivo es replicar la espacialidad y ubicación de las fuentes sonoras con gran fidelidad para producir una sensación inmersiva y natural para el oyente. Según Paul, *“el término tecnología binaural se utiliza para describir el hecho de que se obtienen, almacenan o reproducen dos señales de tal manera que las señales corresponden a las señales de sonido que se encontrarían en el tímpano de un oyente, u otro punto de referencia bien definido en el canal auditivo, después de ser modificadas por el cuerpo humano.”* (2009, p.768).

Metodología

La metodología del proyecto adopta un enfoque aplicado y secuencial, organizado en fases que garantizan la planificación, producción, postproducción, implementación y evaluación del diseño sonoro para un nivel de un videojuego 3D del género aventura-ficción. Cada fase articula actividades concretas, entregables y criterios de aceptación que responden de forma directa al objetivo general y a los objetivos específicos planteados en este informe. (plan de trabajo e inventario, ejecución de sesiones de grabación y diseño, e implementación funcional en el entorno del videojuego).

Fase 1 - Preproducción (Planeación)

Durante esta fase se realiza el análisis visual del nivel 1 del videojuego 3D, se realiza la identificación de emisores sonoros y la elaboración del Soundbank Sheet, así como la definición de estándares técnicos y cronograma de trabajo.

- *Objetivo:* analizar el entorno visual del videojuego y elaborar un plan de trabajo que incluya el inventario de recursos y los aspectos técnicos necesarios para iniciar el desarrollo del proyecto.
- *Actividades:* revisión detallada del package del nivel 1 del videojuego 3D en Unity; identificación de emisores sonoros y puntos de interés narrativo; elaboración del Soundbank Sheet (catálogo de assets, descripción, clasificación y categorización, variaciones necesarias, requerimientos técnicos, estado de producción); definición de estándares técnicos (formatos, sample rate, bit depth, metadatos); planificación de sesiones de grabación y cronograma de trabajo.
- *Entregables:* cronograma de trabajo, documento excel Soundbank Sheet, especificaciones técnicas (formatos y convenciones), lista de equipos de grabación.

- *Criterio de aceptación:* Soundbank Sheet claro y definitivo. Especificaciones técnicas aprobadas por el director del proyecto.

Fase 2 - Producción (Grabación y Diseño)

En esta fase se ejecutan las sesiones de grabación de voces, elementos Foley y ambientes. También se desarrollan los SFX por síntesis, más las piezas musicales adaptativas. Todas las tomas son documentadas y registradas con metadatos.

- *Objetivo:* Ejecutar los procesos de grabación, edición, y diseño sonoro con síntesis, para obtener el material crudo de los elementos sonoros necesarios.
- *Actividades:* grabaciones de voces, sesiones Foley (pasos, manipulación de objetos), capturas de ambientes (estudio y campo), diseño SFX por síntesis (Vital y Serum), selección de piezas musicales libre de derechos y/o generadas con IA para música adaptativa, generación de variaciones y capas (stems) para cada asset. Registro de tomas y metadatos en el Soundbank Sheet.
- *Entregables:* archivos raw (tomas) .wav, metadata asociada, registros de sesión, primeros cortes y presets de síntesis.
- *Criterio de aceptación:* cobertura al 100% de los ítems listados en el Soundbank Sheet, con revisión de la calidad técnica mínima (óptima relación señal ruido, ausencia de clipping o saturación no deseada, especificaciones de sample rate/bit depth cumplidas).

Fase 3 - Postproducción (Edición y Preparación de Assets de Audio)

Esta etapa incluye la edición, limpieza, creación de variaciones, y la exportación de assets en los formatos técnicos requeridos, listos para montar en el middleware Fmod.

- *Objetivo:* Ejecutar los procesos de edición, mezcla y creación de assets sonoros, optimizarlos para su implementación en el middleware Fmod, asegurando su calidad técnica y consistencia narrativa con el videojuego.
- *Actividades:* selección y edición de capturas de sonido, reducción de ruido, corrección de fase, edición para loops, creación de capas y variaciones, mezcla de stems para efectos sonoros complejos, exportación en formatos definidos (.wav o .mp3), preparación de objetos ambisonic o binaural, si aplica.
- *Entregables:* Soundbank limpio y organizado (carpetas y archivos .wav o .mp3 con metadata), stems y presets.
- *Criterio de aceptación:* 100% de assets exportados con nomenclatura clara según Soundbank Sheet, y verificados por control de calidad (director de proyecto).

Fase 4 - Implementación en Fmod y Unity

En la implementación se importan y configuran los eventos, parámetros y bancos en Fmod, y se vinculan a Unity para lograr comportamiento interactivo en tiempo real.

- *Objetivo:* Desarrollar la implementación de los assets sonoros mediante la integración en el middleware Fmod y el motor del videojuego Unity, asegurando su correcta integración y funcionalidad en tiempo real.
- *Actividades:* importar assets a Fmod, organizar assets por bancos y eventos, crear eventos, snapshots, parámetros y transiciones musicales adaptativas; configurar zonas de reverberación; definir políticas de streaming vs. memoria; construir bancos (banks) y operaciones de carga; integración y pruebas básicas dentro del nivel en Unity (eventos en scripts / triggers / animaciones). Documentar la lógica de diseño interactivo (qué parámetros controlan qué).

- *Entregables:* Proyecto Fmod funcional con bancos, carpetas, eventos, escena Unity con triggers sonoros integrados, documento técnico de integración.
- *Criterio de aceptación:* los eventos se disparan correctamente en Unity, desde Fmod; los bancos se cargan sin errores; el comportamiento adaptativo (transiciones de música, ambientes, etc) funciona según lo esperado.

Fase 5 - Pruebas y Optimización

La fase de pruebas comprende una revisión de calidad funcional y de rendimiento, pruebas de inmersión sonora, con iteraciones para optimizar tanto el rendimiento como la coherencia narrativa.

- *Objetivo:* Verificar la funcionalidad en tiempo real, el rendimiento técnico y la coherencia tanto narrativa como estética.
- *Actividades:* pruebas funcionales (QA - Quality Assurance) y de rendimiento (uso de CPU/memoria), mediciones de uso de memoria y tiempo de carga, testeo de latencia y sincronía, optimización de assets (compresión, streaming), pruebas de juego (play test) con usuarios para evaluar inmersión y percepción narrativa, ajustes iterativos (niveles de mezcla, parámetros adaptativos, etc).
- *Entregables:* archivo ejecutable del juego en mac y pc. Informe de pruebas (resultados y acciones tomadas), bancos optimizados, lista de observaciones y ajustes resueltos.
- *Criterio de aceptación:* Cumplimiento de límites de rendimiento definidos, resolución de bugs críticos y aprobación cualitativa del play test (satisfacción/inmersión).

Documentación y Entrega

Finalmente, la documentación consolida el paquete final (soundbank organizado, bancos Fmod, Unity package, documentos técnicos y recomendaciones de mezcla), que constituye el entregable final del proyecto.

- *Objetivo:* Entregar todos los productos finales (archivo final ejecutable del videojuego para mac y pc, carpeta Sound Bank, carpeta con proyectos Fmod y Unity, documento final del proyecto).

- *Actividades:* consolidación del paquete final (soundbank organizado, bancos Fmod, escena Unity), manual de uso y recomendaciones de mezcla para entornos interactivos, guía de integración para desarrolladores, presentación de resultados y conclusiones.

- *Entregables:* paquete de entrega (zip con archivo final ejecutable del videojuego para mac y pc, carpeta Sound Bank, carpeta con proyectos Fmod y Unity, Unity package), documentación técnica y creativa, informe final.

- *Criterio de aceptación:* Entrega completa y reproducible; documentación que permita a un integrador reproducir la implementación en otra escena.

Desglose Operativo por Fase (Actividades Concretas y Formatos Técnicos)

Preproducción

- Revisión del nivel en Unity para generar lista de sound emitters y puntos de interacción.

- Creación de plantilla Soundbank Sheet (ID, elemento, sonido, categoría, variaciones, equipo de grabación, 2D/3D, canales, escena, estado de grabación, tipo, Fmod_event, estado de implementación, responsable)

- Definición de estándares técnicos: WAV 48 kHz / 24-bit; nomenclatura (ej.:

Ellen_pasos_hierba_v1_t01.wav).

Producción

- Configuración de sesión: DAW Reaper a 48 k / 24 bit;
- Catálogo de micrófonos (Audio Technica AT4050, Tascam DRX40).
- Selección de voces, elementos Foley, y locaciones para grabación de ambientes.
- Diseño de SFX con sintetizador Vital y Serum.

Postproducción

- Procesos: limpieza de ruidos no deseados
- Edición de loops.
- Creación de capas sonoras para assets finales.
- Exportación de assets masterizados a -6 dB FS peak, normalizados por LUFS

objetivo cuando aplique a música.

Implementación y Pruebas

- Fmod: cargar assets finales, crear bancos y eventos.
- Unity: instalar plugin Fmod para ligar middleware con motor de videojuego.
- Linkear cada elemento de Fmod con su correspondiente objeto en Unity
- Revisión de Checklist QA: triggers correctos; loops sin clicks; transiciones

musicales suaves; assets no se solapan causando clipping.

Desarrollo

Fase 1. Preproducción

La fase de preproducción constituye la etapa inicial del proceso de diseño sonoro del videojuego 3D desarrollado a partir del Gamekit de Unity.

Esta fase es fundamental porque es el cimiento metodológico de todo el proceso. Permite definir de manera anticipada la identidad auditiva del videojuego, los recursos disponibles y la estructura operativa de trabajo. Definir un plan de trabajo reduce los márgenes de error en fases posteriores y asegura que el diseño sonoro responda integralmente a los objetivos sonoros, técnicos y narrativos del videojuego.

Durante esta fase se establecen las bases conceptuales, creativas y técnicas que orientan la producción sonora. El propósito principal es garantizar la coherencia entre los objetivos narrativos, visuales y auditivos del proyecto, de modo que el diseño sonoro contribuya de manera efectiva a la inmersión, la jugabilidad y la experiencia del usuario.

Análisis Visual y Conceptual del Videojuego

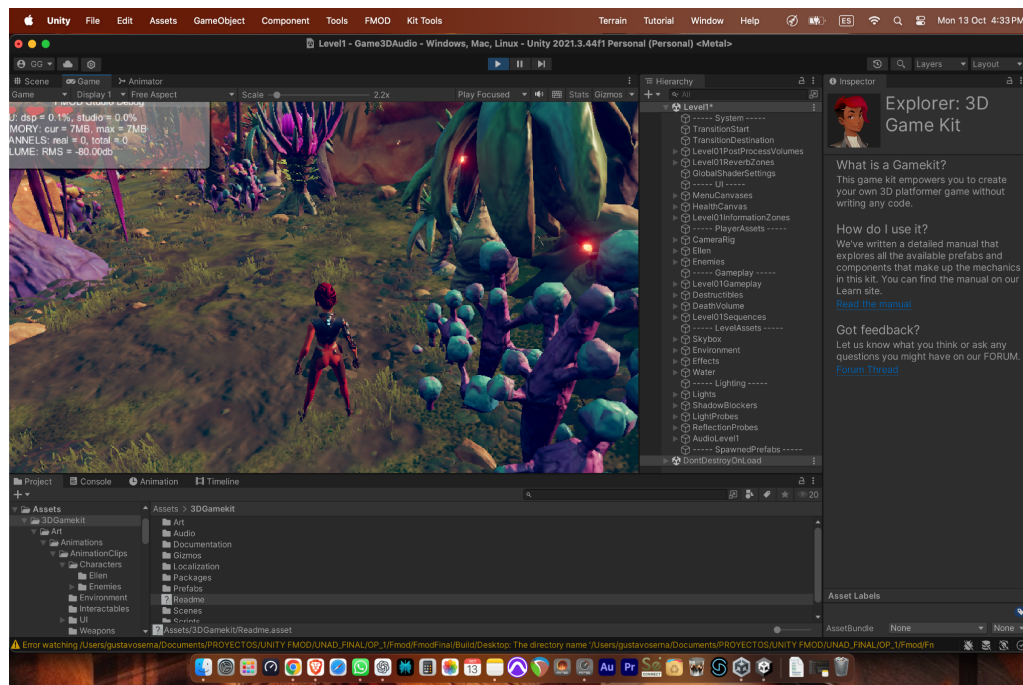
El proceso se inicia con un análisis detallado del componente visual y narrativo del videojuego. El diseñador sonoro examina las escenas, los entornos, los personajes y las dinámicas interactivas con el fin de identificar los momentos clave donde el sonido desempeña un papel narrativo o emocional relevante.

Se realiza una observación minuciosa del entorno tridimensional, prestando atención a los elementos visuales que puedan ser emisores de sonido como, personajes con sus movimientos, entornos acústicos, artefactos, etc. Además, se analiza la dinámica del videojuego para definir la música adaptativa que puede acompañar las diferentes escenas y momentos. Este análisis permite determinar cómo el diseño sonoro puede potenciar las sensaciones y la narrativa visual. En la

figura 1, se puede observar la interfaz visual del videojuego Gamekit 3D, en el motor Unity. Se anexa link de video mp4 del gameplay para realizar el análisis del entorno y movimientos del jugador, enemigos, y diferentes elementos que puedan ser emisores sonoros.

Figura 1

Interfaz Visual Unity



Fuente: Propia.

Link video: [Interfaz visual de Unity](#)

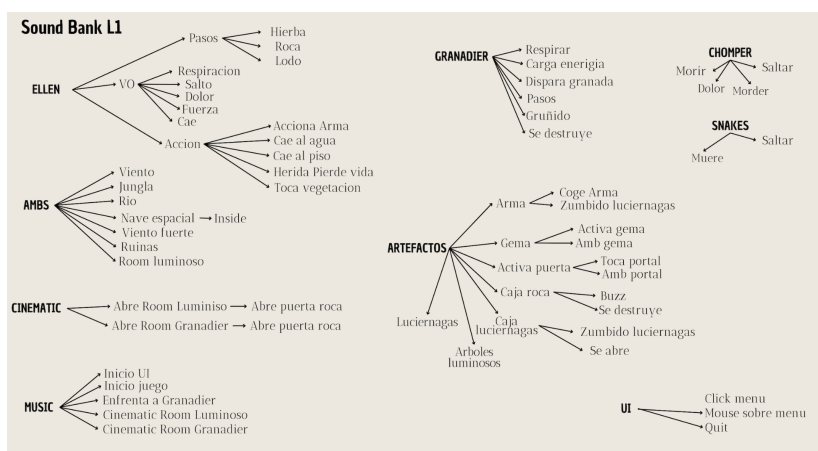
A partir de esta observación, se elabora un mapa conceptual que clasifica los tipos de sonidos requeridos según su naturaleza y función:

- Sonidos diegéticos, provenientes del mundo del juego (pasos, puertas, objetos, interacciones).
- Sonidos no diegéticos, externos a la acción directa (música, transiciones, interfaz).
- Paisajes sonoros y ambientes, que refuerzan la inmersión y la coherencia espacial del entorno.

Esta etapa permite definir cuáles sonidos deben ser grabados, creados, procesados digitalmente, o diseñados con síntesis, estableciendo los lineamientos iniciales de producción. La figura 2 muestra un mapa mental que se desarrolló para tener más claro el orden y la organización de los diferentes elementos sonoros del videojuego, así como también qué tipos de sonidos nacen de cada uno de ellos.

Figura 2

Mapa Mental de Elementos Sonoros



Fuente: Propia.

Elaboración del Sound Bank Sheet

Después de este análisis inicial, se crea el documento excel denominado Sound Bank Sheet. Este instrumento técnico funciona como un registro detallado de todos los elementos sonoros que integrarán el videojuego, y constituye una herramienta fundamental para la organización y control de la producción. El Soundbank Sheet incluye información esencial como:

- Elemento en el archivo sonoro
- Tipo y categoría del sonido
- Cantidad de variaciones por sonido

- Fuente sonora (grabación, síntesis o biblioteca)
- Canales (Mono, estereo, binaural - Fmod 2D/3D)
- Estado en el proceso
- OneShot/Loop
- Responsable

En la figura 3, se observa el Soundbank Sheet organizado. Este archivo excel garantiza la trazabilidad y consistencia del material sonoro a lo largo del proyecto. Además, facilita la comunicación entre el equipo de diseño sonoro y los desarrolladores, optimizando el proceso de integración de los activos de audio en el motor de juego. (Link al archivo: [Soundbank Sheet](#)).

Figura 3

Soundbank Sheet

ELEMENTO	SONIDO	CATEGORI	VAR	REC. EQP	3D/2D	CHNL	ESCENA	ESTADO	TIPO	Event FMOD	IMPLEMENT	Responsable
ELLEN	VO Salto	VO	6	Mic AT4050	2D	Mono	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	VO Caer	VO	6	Mic AT4050	2D	Mono	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	VO Ataque	VO	6	Mic AT4050	2D	Mono	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	VO Dolor	VO	6	Mic AT4050	2D	Mono	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	VO Respiracion	VO	6	Mic AT4050	2D	Mono	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	Pasos hierba	Foley	4	Tascam DR40X	2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	Pasos roca	Foley	4	Tascam DR40X	2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	Pasos lodo	Foley	4	Tascam DR40X	2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	Acciona arma	Foley	4	Tascam DR40X	2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	Caer al agua	Foley	4	Descarga	2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	Caer al piso	Foley	4	Tascam DR40X	2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ELLEN	Toca vegetation	Foley	4	Tascam DR40X	2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
AMBS	Viento	AMB	1	Biblioteca	3D	Binaural	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
AMBS	Jungla	AMB	1	Biblioteca	3D	Binaural	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
AMBS	Rio	AMB	1	Biblioteca	3D	Binaural	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
AMBS	Nave interna	AMB	1	Diseño Síntesis	3D	Binaural	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
AMBS	Ruinias	AMB	1	Biblioteca	3D	Binaural	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
AMBS	Room luminoso	AMB	1	Diseño Síntesis	3D	Binaural	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Respiracion	VO	4	Mic AT4050	3D	Stereo	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Grufidos	VO	4	Mic AT4050	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Muere	VO	2	Mic AT4050	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Fuerza ataque	VO	4	Mic AT4050	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
CHOMPER	Mordida	VO	6	Mic AT4050	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
CHOMPER	Dolor Muere	VO	2	Mic AT4050	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Pasos	Foley	4	Biblioteca	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Carga energia	FX	2	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Dispara granada	Foley	4	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
GRENADEIER	Se destruye	Foley	2	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
GRENADEIER	Explosion granada	FX	3	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
CHOMPER	Salto	Foley	6	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
SNAKE	Saltar	Foley	3		3D	Stereo	1	Por Grabar	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
SNAKE	Muere	Foley	3		3D	Stereo	1	Por Grabar	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Coge arma	Foley	2	Biblioteca	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Zumbido luciernagas	Foley	1	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Activa gema	Foley	1	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Amb gema	Foley	1	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Toca portal	Foley	1	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Amb portal	Foley	1	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Caja roca buzz	Foley	1	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Caja roca destruye	Foley	3	Biblioteca	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Abre caja luciernagas	Foley	1	Biblioteca	3D	Stereo	1	Editado	OneShot		Implementado	Gustavo Serna
ARTEFACTOS	Arboles luminosos	Foley	1	Diseño Síntesis	3D	Stereo	1	Editado	Loop		Implementado	Gustavo Serna
UI	Click menu	Foley	1		2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
UI	Mouse menu	Foley	1		2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
UI	Texto escribe	FX	1		2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
CINEMATICS	Abre puerta roca	Foley	1		2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
CINEMATICS	Cierra puerta roca	Foley	1		2D	Stereo	1	Editado	OneShot		Por Implementar	Gustavo Serna
MUSIC	Home	Music	1		2D	Stereo	1	En curso	Loop		Por Implementar	Gustavo Serna
MUSIC	Normal	Music	1		2D	Stereo	1	Por Grabar	Loop		Por Implementar	Gustavo Serna
MUSIC	Pelea granadier	Music	1		2D	Stereo	1	Por Grabar	Loop		Por Implementar	Gustavo Serna
MUSIC	Room luminoso	Music	1		2D	Stereo	1	Por Grabar	Loop		Por Implementar	Gustavo Serna
MUSIC	Muere	Music	1		2D	Stereo	1	Por Grabar	Loop		Por Implementar	Gustavo Serna
MUSIC	Cinematic	Music	1		2D	Stereo	1	Por Grabar	Loop		Por Implementar	Gustavo Serna

Fuente: Propia.

Inventario Técnico y Recursos de Producción

Las tablas 1, 2, 3, y 4, muestran el inventario técnico que reúne los recursos humanos, tecnológicos y logísticos requeridos para la producción sonora. En él se especifican los equipos de grabación (micrófonos, grabadoras portátiles, interfaz de audio), el software de grabación, edición y diseño (DAW Reaper, plug-ins, sintetizadores), así como los espacios de grabación, mezcla y sistema de monitoreo disponibles. En la figura 4 se observa la grabadora Tascam DR40X y el micrófono de condensador Audiotechnica AT4050, usados para capturar voces y algunos elementos Foley.

Asimismo, el inventario también detalla los roles y responsabilidades del equipo de trabajo, que pueden incluir. En este caso se cuenta con una actriz de doblaje para las onomatopeyas del personaje principal, y un diseñador sonoro quien se encarga de todo el proceso técnico y de implementación.

Tabla 1

Inventario de Recurso Humano

Rol	Tipo de archivo	Justificación del criterio
Diseñador Sonoro	Planificación, grabación, diseño y edición de audio	Rol principal del área sonora
Técnico de Grabación	Configuración de equipos y captura de sonido	Control de sesiones vocales y foley
Curador Musical	Selección de música y generación con IA	Uso de bibliotecas y herramientas IA
Implementador de Audio	Integración de sonidos en Unity	Uso de Audio Sources y Audio Mixer

Actor de voz	Voz para onomatopeyas de enemigos
Actriz de voz	Voz para onomatopeyas de personaje
	Ellen

Nota: Esta tabla muestra el recurso de personal humano utilizado durante el proyecto.

Tabla 2

Inventario de Equipos de Grabación

Equipo	Marca y referencia	Uso Principal
Micrófono de Condensador	Audiotechnica AT4050	Grabacion de voces
Interfaz de Audio	RME FF UCXii	Conversión AD/DA
Grabadora Portátil	Tascam DR40X	Grabacion de Foley

Nota: Esta tabla muestra los equipos de grabación utilizados durante el proyecto.

Figura 4

Herramientas de grabación



Grabadora Tascam DR40X



Micrófono Condensador Audio Technica AT4050

Fuente: <https://www.sweetwater.com/>

Tabla 3*Inventario de Software*

Software	Función	Observaciones
DAW (Reaper)	Grabación, edición y diseño sonoro	Grabación/edición/mezcla
Sintetizador Vital	Síntesis	Creación de SFX
Sintetizador Serum	Síntesis	Creación de SFX

Nota: Esta tabla muestra el software utilizado durante el proyecto.

Finalmente, se establecen los estándares técnicos de calidad, tales como la frecuencia de muestreo (48 kHz), la profundidad de bits (24 bits), el formato de exportación (WAV) y los niveles de normalización recomendados (-23 LUFS para plataformas interactivas).

Tabla 4*Estándar Técnico de Producción*

Parámetro	Valor
Frecuencia de muestreo	48 kHz
Profundidad de bits	24 bits
Formato de archivo	WAV
Loudness	- 23 LUFS

Nota: Esta tabla muestra los parámetros técnicos del proyecto.

Plan de Trabajo

La última etapa de la fase de preproducción corresponde a la elaboración del plan de trabajo, el cual organiza las tareas y define los tiempos, responsables y entregables de cada fase del proceso.

El plan de trabajo se estructura en una secuencia lógica que contempla las siguientes etapas principales:

- Grabación de material sonoro primario.
- Edición, limpieza y procesamiento del audio.
- Diseño y creación de efectos sonoros.
- Implementación e integración en Unity.
- Pruebas funcionales y ajustes de mezcla.

Cada actividad se asocia a un cronograma estimado y a un conjunto de hitos de verificación, lo que permite realizar un seguimiento continuo del avance del proyecto.

El plan de trabajo es un documento dinámico que puede ajustarse conforme evolucione el desarrollo del videojuego, garantizando la flexibilidad y la coherencia del diseño sonoro dentro del flujo de producción general.

Fase 2. Producción

La fase de producción comprende la generación, captura y creación de todos los materiales sonoros necesarios para el videojuego. Durante esta etapa se ejecutan los procesos de grabación de voces, registro de sonidos foley y diseño de efectos mediante síntesis. El objetivo es obtener los assets sonoros finales de alta calidad, y que cumplan con los requerimientos técnicos, estéticos y funcionales definidos en la fase de preproducción.

Grabación de Voz Femenina para el Personaje Principal (Ellen)

La grabación de la voz femenina correspondiente a las onomatopeyas y expresiones del personaje principal (Ellen), se realiza en un entorno controlado para garantizar limpieza sonora y calidad de captura. La sesión se lleva a cabo en un home studio tratado acústicamente, minimizando reflexiones y ruido ambiental.

Se usa un micrófono de condensador marca Audio Technica AT4050, configurado en patrón polar cardioide, y con filtro pasa altos aplicado. Esto con el fin de capturar la claridad y presencia necesarias para las expresiones cortas del personaje. La actriz de doblaje ejecuta una serie de vocalizaciones que incluyen respiraciones, saltos, quejidos de esfuerzo, sonidos de sorpresa y expresiones de dolor.

Cada toma se graba en múltiples variaciones para contar con varias opciones y no tener un sonido monótono en el videojuego. Se mantiene una distancia de entre 10 y 15 cm del micrófono, utilizando un filtro antipop para evitar ruidos no deseados. Durante la sesión, se da indicaciones a la actriz sobre los niveles de intensidad y la intención emocional requerida, procurando obtener una interpretación naturalista y adaptable al contexto del juego. En el siguiente video se puede observar el proceso de grabación de la voz femenina, para el personaje principal Ellen: Link video [Grabación voz Ellen](#)

Grabación de Voz Masculina para los Enemigos (Chomper y Grenadier)

Para los personajes enemigos Chomper y Grenadier, se realiza un registro vocal orientado a generar texturas más agresivas, guturales y poco humanas. Se emplea el mismo micrófono utilizado para la voz femenina (Audio Technica AT4050), en la misma configuración de patrón polar, pero sin aplicar filtro pasa altos, ya que para la voz masculina se necesita capturar más frecuencias bajas.

El actor de doblaje produce gruñidos, respiraciones pesadas, y ataques vocales, que servirán como base para la construcción de los efectos definitivos en la etapa de diseño. A diferencia de las voces de Ellen, estas grabaciones requieren un rango más agresivo y expresivo, por lo que se ajusta la ganancia de entrada para evitar saturación, manteniendo un margen de seguridad (headroom) de nivel adecuado.

Se registran varias tomas con variaciones de fuerza y ritmo, con el propósito de proporcionar material diverso que permita la manipulación creativa posterior. Al igual que en las grabaciones del personaje Ellen, se graban múltiples tomas por cada categoría vocal.

En el siguiente video se puede observar el proceso de grabación de la voz masculina, para los personajes de enemigos, Grenadier y Chomper: Link video [Grabación voces de enemigos](#).

Todas las grabaciones de voces se realizan a 48 kHz y 24 bits, en formato WAV, siguiendo los estándares establecidos en el inventario técnico.

Registro de Foley y Efectos de Movimiento

La grabación de los elementos Foley se desarrolla con el objetivo de capturar sonidos específicos que aportan realismo a las acciones del personaje y a los elementos del entorno. Para ello se utilizan superficies, objetos y materiales que imitan fielmente los comportamientos sonoros del mundo del videojuego.

Entre los sonidos Foley registrados se incluyen:

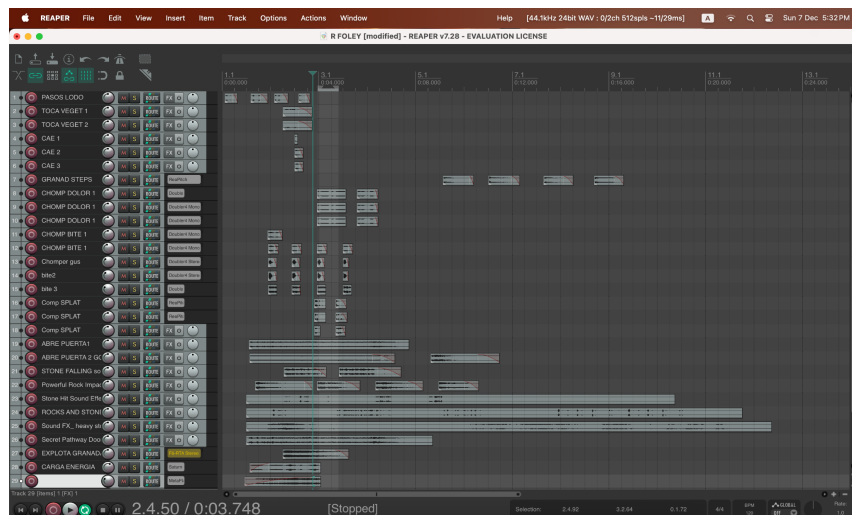
- Pasos sobre tierra, grava y madera.
- Manipulación de objetos pequeños como piedras, hojas o recipientes.
- Impactos suaves y medianos para acciones de colisión o contacto físico.

Las grabaciones se realizan utilizando la grabadora Tascam DR40X. Cada acción se registra en varias intensidades y velocidades, buscando variabilidad y naturalidad.

Los sonidos Foley obtenidos constituyen una base esencial para reforzar la inmersión del jugador, especialmente en ambientes tridimensionales donde la sincronización espacial es un elemento clave del diseño sonoro. Todos los elementos sonoros Foley se organizaron en el DAW Reaper, como se puede ver en la figura 5.

Figura 5

Interfaz DAW Reaper



Fuente: Propia.

Link video: [Foley](#)

Ambientes y Paisajes Sonoros a partir de Bibliotecas Especializadas

Los ambientes y paisajes sonoros utilizados en el videojuego se obtienen a partir de bibliotecas profesionales de sonido, debido a la complejidad técnica y logística que implica la captura directa de entornos naturales y espacios de gran escala. Los escenarios presentes en el videojuego, como junglas densas, ríos caudalosos, zonas de viento abierto y áreas de ruinas antiguas, requieren un nivel de detalle acústico difícil de reproducir en condiciones de grabación controlada o mediante registros de campo limitados.

El uso de bibliotecas permite acceder a grabaciones de alta fidelidad realizadas en ubicaciones reales con equipos especializados, garantizando una representación auténtica de los elementos ambientales. Estas colecciones incluyen capas sonoras variadas como fauna selvática, corrientes de agua, fricción de hojas y movimientos naturales del viento, todos registrados bajo condiciones óptimas y con técnicas multicanal apropiadas para entornos envolventes.

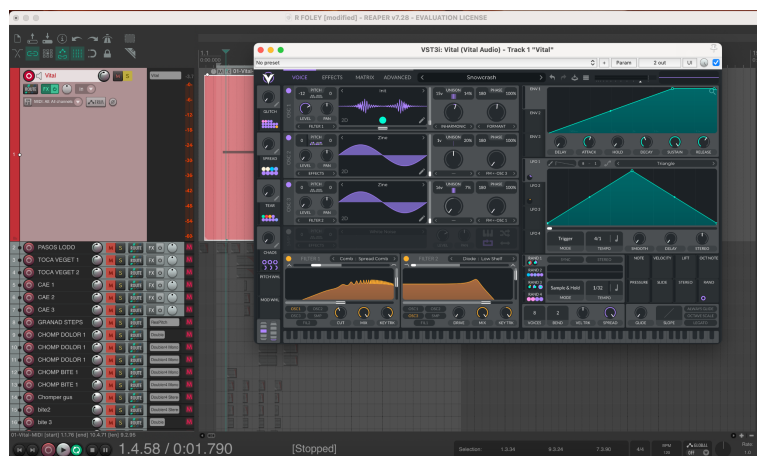
La selección de estos sonidos se realiza de manera cuidadosa, priorizando los recursos que se ajustan a la estética y las necesidades narrativas del videojuego. Posteriormente, los materiales son editados en loop, y mezclados para integrarse de manera coherente con el resto del diseño sonoro. Gracias a estas bibliotecas, es posible construir paisajes sonoros ricos, inmersivos y consistentes, que contribuyen a la atmósfera general del videojuego.

Diseño Sonoro con Sintetizador Vital

El sintetizador Vital (Ver Figura 6), se utiliza para la creación de algunos efectos sonoros, particularmente aquellos relacionados con elementos de energía, ambientes artificiales, transiciones y sonidos del sistema (UI). El proceso consiste en la manipulación de osciladores wavetable, modulación mediante LFOs, efectos, y aplicación de filtros para generar texturas dinámicas. Se controlan parámetros como la envolvente ADSR, la distorsión y la modulación de fase para obtener sonidos con un carácter moderno y adaptado al estilo visual del videojuego.

Figura 6

Sintetizador Vital



Fuente: Propia.

Diseño Sonoro con Sintetizador Serum

El sintetizador Serum (Ver Figura 7) se usa para la elaboración de efectos más robustos y texturizados, especialmente aquellos vinculados a poderes, criaturas o elementos ambientales fantásticos. Serum permite manipular armónicos con precisión y generar sonidos híbridos entre lo orgánico y lo sintético.

Algunos de los sonidos diseñados fueron pads loop para árboles luminosos, sonidos de las gemas, y pads graves para reforzar la ambientación. Posteriormente, estos sonidos se exportan en alta calidad para ser refinados en una estación de edición digital.

Figura 7

Sintetizador Serum



Fuente: Propia.

A continuación, se presenta link a vídeo mp4, el cual muestra una parte del proceso de creación de algunos sonidos mediante síntesis: Link video [Síntesis](#).

Clasificación e Inventario del Material Grabado y Diseñado

La etapa de clasificación, organización e inventario constituye un proceso fundamental dentro del flujo de trabajo del diseño sonoro, ya que garantiza la adecuada gestión de todos los activos producidos durante la fase de grabación y creación. Su propósito es asegurar que el material sonoro esté debidamente catalogado, accesible y listo para ser implementado en el entorno interactivo del videojuego.

La clasificación, organización e inventario del material grabado y diseñado es una fase crítica que garantiza orden, control y eficiencia en el flujo de trabajo. Al sistematizar los activos obtenidos durante la producción, el equipo de diseño sonoro asegura una transición fluida hacia las etapas de edición, mezcla e implementación, optimizando la calidad final del producto y manteniendo la coherencia técnica y conceptual del proyecto.

Clasificación del Material Sonoro

Una vez finalizadas las sesiones de grabación de voces, Foley y otros efectos, así como el diseño de sonidos mediante síntesis, el diseñador sonoro pasa a la etapa de clasificación inicial del material. Este proceso implica la escucha detallada de cada archivo para determinar su calidad, pertinencia y usabilidad dentro del proyecto.

Se evalúan aspectos como:

- Claridad y ausencia de ruido no deseado.
- Nivel adecuado de ganancia y dinámica.
- Pertinencia funcional según la categoría (voces, Foley, criaturas, ambientes, UI, etc.).
- Variabilidad y consistencia respecto a las necesidades del videojuego.

La clasificación se realiza en función de categorías previamente definidas en el Soundbank Sheet, lo que permite mantener un sistema organizado y coherente desde la preproducción hasta la implementación.

Organización del Material Grabado y Diseñado

Posteriormente, el material seleccionado se organiza en una estructura de carpetas estandarizada, siguiendo criterios técnicos y funcionales. La organización se realiza tanto a nivel de sistema operativo como dentro de la estación de trabajo de audio (DAW), lo cual facilita la gestión del proyecto en etapas posteriores.

El material se agrupa según categorías tales como:

- Voces del personaje principal (Ellen)
- Voces de enemigos (Chomper y Grenadier)
- Foley
- Ambientes y paisajes sonoros
- Efectos diseñados mediante síntesis (Vital y Serum)
- Interfaz y retroalimentación del sistema (UI)

La figura 8 muestra las carpetas con las diferentes tomas seleccionadas, archivos editados y versiones finales, siguiendo un sistema de nombres estandarizado que incluye información como tipo de sonido, por ejemplo:

ELLEN/VO_ELLEN/ATACA/VO_ELLEN_ATAQUE_1.wav.

Figura 8

Organización de Material Sonoro



Fuente: Propia.

Este sistema de organización asegura que cualquier miembro del equipo pueda identificar y localizar rápidamente los archivos necesarios, minimizando tiempos de búsqueda y evitando duplicación o pérdida de información.

Inventario y Documentación del Material

Finalmente, se elabora o actualiza el inventario sonoro, documento que centraliza toda la información relevante sobre los activos producidos. Este inventario se registra dentro del Soundbank Sheet o en una base de datos complementaria, donde se documentan:

- Nombre del archivo.
- Categoría y subcategoría.
- Descripción funcional.
- Origen (grabación, síntesis o biblioteca).
- Estado del archivo (seleccionado, editado, finalizado).
- Ruta de almacenamiento dentro del proyecto.
- Observaciones técnicas (procesamiento aplicado, requisitos de exportación, notas de mezcla).

El inventario permite un control riguroso del material disponible y actúa como una herramienta de trazabilidad que facilita el seguimiento del proceso de producción sonora. Además, esta documentación es esencial durante la etapa de implementación en Unity, ya que asegura la correspondencia entre los activos sonoros y los eventos interactivos que activarán cada sonido en tiempo real.

Selección y Clasificación de Música

La selección y clasificación musical constituye una etapa esencial dentro del diseño sonoro, ya que la música contribuye significativamente a la atmósfera, el ritmo narrativo y la experiencia emocional del jugador. En este proyecto, la música empleada proviene de dos fuentes principales: bibliotecas de música libre de derechos (free copyright) y piezas generadas mediante herramientas de inteligencia artificial. El proceso se desarrolla siguiendo criterios técnicos, estéticos y funcionales previamente establecidos.

Revisión de Bibliotecas Musicales de Uso Libre

El primer paso consiste en la exploración sistemática de bibliotecas de música libre de derechos, seleccionando obras que se ajusten al estilo visual, la narrativa y la dinámica del videojuego. El diseñador sonoro revisa catálogos especializados que ofrecen pistas instrumentales y ambientales que pueden emplearse legalmente en proyectos interactivos.

Durante esta revisión, se analizan aspectos como el carácter emocional de las piezas (tensión, aventura, calma, misterio). La instrumentación y el timbre, y su adecuación al universo estético del Gamekit. La estructura musical (intro, desarrollo, clímax), útil para sincronización o looping. La calidad técnica del archivo (frecuencia de muestreo, mezcla, ausencia de ruido). La versatilidad de la pista para ser editada o adaptada según los requerimientos del juego.

Una vez identificadas las piezas más adecuadas, estas se descargan, clasifican y se someten a un análisis comparativo para seleccionar las versiones definitivas.

Clasificación y Organización del Material Musical

Una vez recopiladas las pistas provenientes de bibliotecas de uso libre, se desarrolla un proceso de clasificación siguiendo un sistema de categorías funcionales. Las pistas se organizan en carpetas y bases de datos según criterios como:

- Música ambiental (zonas de exploración, paisajes)
- Música de acción (combates, persecuciones)
- Música de transición (cambios de escena, eventos narrativos)
- Música de interfaz (menús, pantallas de selección)

Cada archivo se registra en el inventario musical con metadatos que incluyen su duración, estado de edición, fuente de procedencia, observaciones técnicas y ubicación dentro del proyecto.

Evaluación Técnica y Preparación para la Implementación

Finalmente, todas las pistas seleccionadas se someten a una revisión técnica para asegurar su compatibilidad con el flujo de trabajo del motor Unity. Este proceso incluye:

- Conversión a formato estándar (48 kHz, 24 bits, WAV)
- Ajustes de nivel, ecualización ligera o normalización cuando es necesario
- Edición para looping continuo en música ambiental o de exploración
- Creación de variantes para eventos interactivos

Esta preparación garantiza que las piezas musicales se integren con fluidez en el sistema de audio, manteniendo coherencia sonora con los efectos y ambientes previamente desarrollados.

Fase 3. Postproducción

La fase de postproducción corresponde al proceso de refinamiento, optimización y preparación final de los activos sonoros producidos. En esta etapa se integran, procesan y organizan todos los elementos de audio con el objetivo de asegurar su calidad técnica, coherencia estética y correcta funcionalidad dentro del entorno interactivo del videojuego. La postproducción permite transformar el material bruto en activos listos para su implementación en Unity, garantizando una experiencia sonora inmersiva y consistente.

Integración de Elementos Sonoros en la Estación de Trabajo Digital (DAW)

El proceso inicia con la integración de todos los elementos sonoros en una estación de trabajo de audio digital (DAW) Reaper. En esta instancia se importan las grabaciones de voz, sonidos Foley, sonidos diseñados con síntesis, ambientes y música previamente seleccionados.

Los archivos se organizan en sesiones estructuradas por categorías, utilizando pistas dedicadas para cada tipo de sonido. Esta organización facilita la edición, el procesamiento y la mezcla, permitiendo un control preciso de cada elemento. Durante esta etapa se verifican los niveles iniciales, la coherencia temporal y la correcta alineación de los sonidos con los eventos narrativos y de acción del videojuego.

Restauración y Limpieza de Artefactos Sonoros No Deseados

Se lleva a cabo un proceso de restauración y limpieza del material sonoro con el objetivo de eliminar artefactos no deseados que puedan afectar la calidad final del audio, tales como ruido de fondo, clics, pops, respiraciones excesivas o resonancias indeseadas.

Para ello, se emplean herramientas de reducción de ruido, ecualización correctiva y edición espectral. Cada archivo se analiza de forma individual para aplicar tratamientos específicos, evitando la degradación del contenido original. El proceso se realiza de manera conservadora, priorizando la naturalidad del sonido y manteniendo la integridad expresiva de las interpretaciones vocales y efectos grabados.

Edición y Construcción de Capas Sonoras

Una vez restaurado el material, se procede a la edición avanzada y a la construcción de capas sonoras. En esta etapa se seleccionan las mejores tomas, se realizan cortes precisos y se ajustan duraciones para adaptarlas a las necesidades del flujo interactivo del videojuego.

La construcción de capas sonoras permite enriquecer el diseño auditivo mediante la superposición de múltiples fuentes, combinando sonidos grabados, foley y elementos sintetizados. Este enfoque es particularmente relevante para la creación de efectos complejos, como acciones de combate, habilidades especiales o sonidos de criaturas, donde se busca un resultado más dinámico y expresivo.

Se aplican procesos de edición temporal, modulación, automatización y efectos creativos que aportan profundidad, variabilidad y coherencia estética al conjunto sonoro.

Renderizado y Exportación de Assets de Audio

Una vez finalizada la limpieza, edición y las capas sonoras, los elementos sonoros se renderizan y exportan siguiendo los estándares técnicos definidos para el proyecto. Cada archivo se exporta en formato mp3 a 320 kbps para no perder calidad sonora, pero con un archivo liviano, manteniendo una frecuencia de muestreo de 48kHz y una profundidad de 24 bits. Así se garantiza una óptima compatibilidad con el sistema de audio de Unity.

Se generan versiones finales claramente identificadas, evitando redundancias y manteniendo un sistema de nomenclatura estandarizado. En los casos necesarios, se exportan variantes de un mismo sonido para introducir aleatoriedad y evitar la repetición perceptible durante el juego.

Preparación y Organización Final para la Implementación

La fase final de la postproducción consiste en la preparación y organización definitiva de los assets de audio para su implementación en Unity. Los archivos exportados se estructuran en carpetas específicas dentro del proyecto, (ver figura 8) siguiendo una jerarquía clara y coherente con el Soundbank Sheet y el inventario sonoro.

Cada sonido se verifica para asegurar su correcta duración, nivel y formato, facilitando su asignación a eventos, dentro del middleware Fmod. Esta organización final permite una integración eficiente y reduce posibles errores durante la implementación y las pruebas funcionales.

Con esta etapa se completa el ciclo del diseño sonoro, dejando el material preparado para su uso interactivo y garantizando una experiencia auditiva sólida, inmersiva y técnicamente consistente.

Fase 4. Implementación

La fase de implementación marca el momento en que los activos sonoros, previamente diseñados, editados y organizados, son integrados dentro del entorno de desarrollo del videojuego. En este proyecto, la implementación se realiza utilizando Unity como motor base y Fmod como middleware de audio, lo que permite una mayor flexibilidad y control en la creación de una experiencia sonora adaptativa e inmersiva. Esta etapa incluye tareas de configuración técnica, integración de eventos sonoros interactivos, optimización y documentación del sistema auditivo.

Preparación de Assets de Audio para Integración en Middleware Fmod

Antes de ser importados al banco de assets en Fmod, los archivos de audio son preparados según los estándares definidos en la fase de postproducción. Todos los sonidos se exportan en formato mp3 a 320 kbps, con frecuencia de muestreo de 48 kHz y profundidad de 24 bits, y se organizan en carpetas específicas dentro del directorio del proyecto. (Figura 8).

Los nombres de archivo siguen una nomenclatura estandarizada que facilita su identificación por tipo, función y evento. Asimismo, se verifica que cada archivo esté optimizado

para el sistema de streaming o carga en memoria, según su tamaño, duración y frecuencia de activación dentro del juego.

Configuración del Middleware Fmod

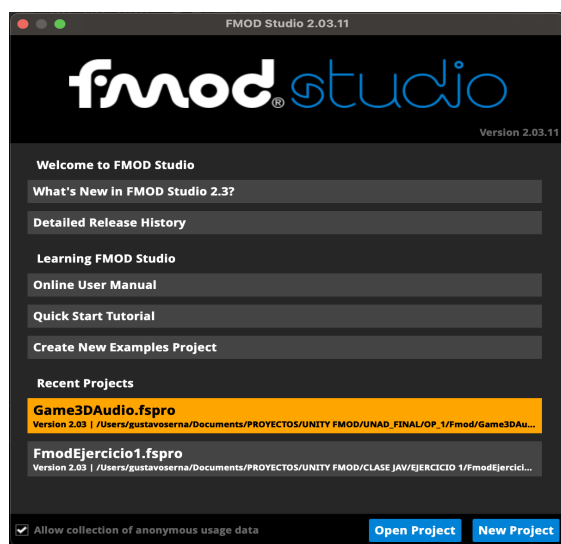
Se crea y configura una sesión de Fmod Studio como middleware para la gestión avanzada del sistema de audio. (Ver figura 9). La integración de Fmod con Unity permite separar la lógica sonora de la lógica de programación, optimizando la implementación de efectos dinámicos, espacialización y mezcla en tiempo real.

Durante esta configuración se establecen las siguientes bases:

- Creación de un proyecto Fmod vinculado al proyecto de Unity
- Configuración del banco maestro y bancos temáticos (Master Bank, SFX Bank, Music Bank)
- Definición de buses de mezcla, snapshots y rutas de control dinámico
- Ajuste de parámetros de salida (frecuencia, formato, compresión)

Figura 9

Creación y Configuración Sesión Fmod



Fuente: Propia.

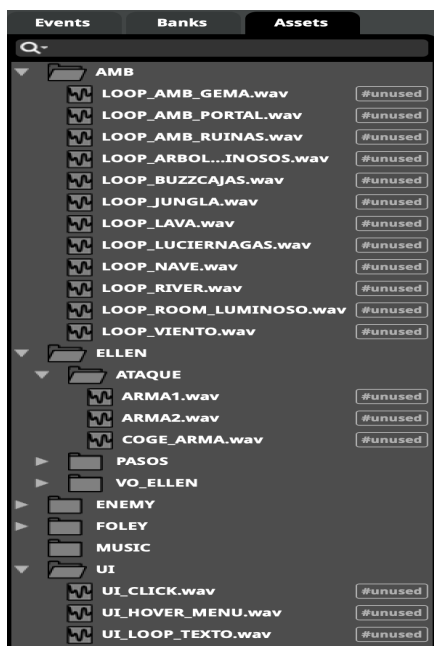
Fmod permite una administración eficiente del audio interactivo, especialmente en juegos que requieren diseño sonoro adaptativo y sistemas complejos de mezcla.

Organización de Assets y Estructuración de Eventos Sonoros en Fmod

La etapa de organización de assets en Fmod constituye un proceso clave dentro del flujo de implementación del diseño sonoro, ya que permite estructurar de manera lógica y eficiente todos los recursos de audio antes de su vinculación con el motor Unity. Esta fase tiene como objetivo garantizar claridad, escalabilidad y control sobre el sistema sonoro interactivo del videojuego. En primer lugar, los assets de audio se importan al proyecto de Fmod Studio siguiendo una estructura jerárquica previamente definida. Los archivos se agrupan en carpetas según su función y naturaleza sonora, tales como voces del personaje principal, voces de enemigos, efectos Foley, sonidos de interfaz, ambientes y música. La figura 10 muestra la organización final de los assets.

Figura 10

Organización de Assets en Fmod



Fuente: Propia.

Esta clasificación facilita la localización rápida de los recursos y evita redundancias o errores durante el diseño de eventos.

Una vez organizados los assets, se procede a la creación y estructuración de los eventos sonoros. Cada evento representa una acción, estado o situación específica dentro del videojuego, y se construye a partir de uno o varios assets de audio. Los eventos se nombran utilizando una convención estandarizada que refleja su función dentro del sistema interactivo, lo cual asegura consistencia entre Fmod y Unity.

Dentro de cada evento se definen módulos y contenedores que permiten gestionar variaciones sonoras, aleatoriedad y comportamiento dinámico. Se emplean multi-sound modules, randomizers y parámetros automatizados para evitar repetición perceptible y enriquecer la experiencia auditiva. Asimismo, se establecen loop regions y transition markers en aquellos eventos que requieren reproducción continua o cambios progresivos en respuesta a variables del juego.

Paralelamente, los eventos se organizan en carpetas temáticas dentro de Fmod, alineadas con las categorías funcionales del proyecto (personaje, enemigos, ambiente, música, interfaz). Esta organización refleja directamente la estructura que posteriormente se utiliza en Unity, facilitando el proceso de vinculación entre ambos entornos. Así se observa en la figura 11.

Una vez finalizada la organización interna de Fmod, se generan los bancos de audio correspondientes, asegurando que cada banco contenga únicamente los eventos necesarios para su uso en Unity. Esta segmentación optimiza los tiempos de carga y la gestión de memoria durante la ejecución del videojuego. Los bancos exportados se integran en el proyecto de Unity, donde cada evento queda disponible para ser asignado a *Audio Emitters*, scripts o sistemas de control interactivo.

Figura 11

Organización de Eventos en Fmod

Fuente: Propia.

En conjunto, esta etapa asegura una transición ordenada y eficiente entre el diseño sonoro y la implementación técnica, permitiendo que los eventos sonoros respondan de forma precisa a las acciones del jugador y a las condiciones dinámicas del entorno interactivo. La correcta organización de assets y eventos en Fmod sienta las bases para un sistema de audio robusto, escalable y fácilmente mantenible a lo largo del ciclo de vida del videojuego.

Mapeo de Eventos y Triggers Interactivos dentro de Unity

Una vez los eventos sonoros están definidos en Fmod, se realiza el mapeo de eventos dentro del entorno de Unity. Este proceso consiste en asociar sonidos específicos a acciones o condiciones del jugador, mediante triggers, colliders, animaciones o scripts personalizados. Entre los eventos implementados se encuentran:

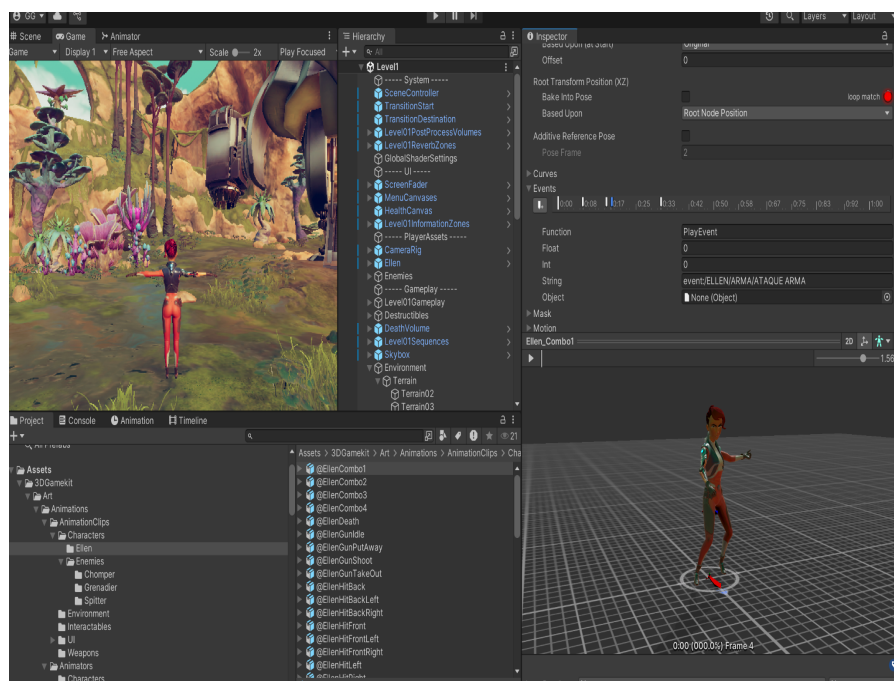
- Sonidos de pasos y acciones del personaje (saltar, atacar, recibir daño)
- Sonidos de enemigos (aparición, gruñidos, ataque)

- Ambientes contextuales (paisajes sonoros activados por zonas)
- Eventos de interfaz y retroalimentación (menús, botones, transiciones)

La figura 12 muestra uno de los procesos de mapeo de sonidos disparados por eventos Fmod. Aquí se asignan al personaje principal (Player – Ellen) y a los a los enemigos (Chomper y Grenadier), los pasos, golpes, gemidos, gritos, impactos, etc, mediante el mapeo de cada evento dentro del animador de cada objeto u elemento. De esta forma se asegura que los eventos estén sincronizados con las acciones del juego y estas respondan en tiempo real en la emisión de sonidos.

Figura 12

Mapeo de Eventos



Fuente: Propia.

Implementación de Sonidos Adaptativos y Dinámicos usando Fmod en Unity

Una de las ventajas fundamentales de Fmod es su capacidad para manejar sonidos adaptativos, es decir, sonidos que varían dinámicamente según parámetros del juego. Para este proyecto, se implementan efectos como:

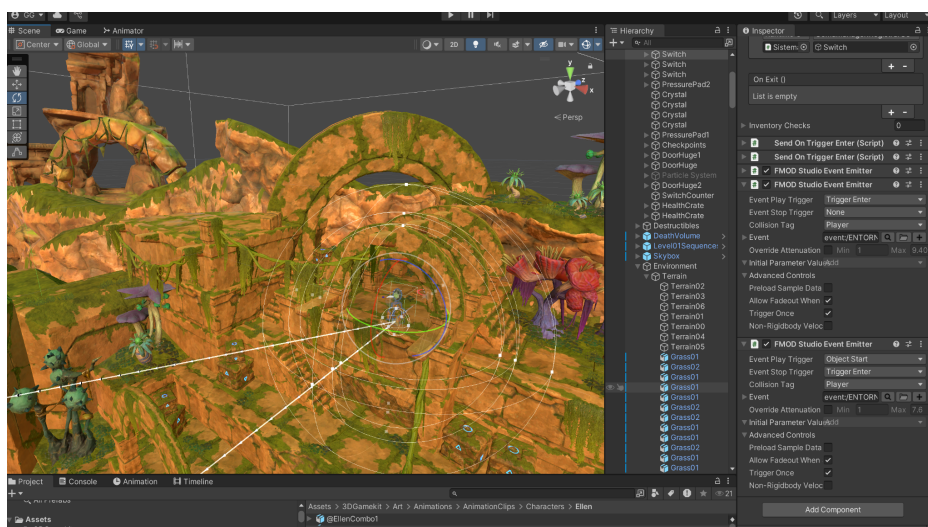
- Variaciones aleatorias de un mismo sonido (pitch, volumen, selección de múltiples muestras)
- Parámetros que modifican sonidos según la intensidad del juego (por ejemplo, frecuencia respiratoria según la salud del personaje)

- Transiciones automáticas de sonidos de ambiente al pasar de una zona a otra

Se utilizan parámetros de automatización para asegurar una experiencia auditiva fluida y no repetitiva. Por ejemplo, en la figura 13 podemos ver una de estas asignaciones en la cual se le asigna un emisor sonoro 3D a una de las gemas que el jugador debe activar durante el juego. Este objeto emite un sonido antes de ser activado y otro después de ser activado.

Figura 13

Asignación de Eventos Sonoros 3D



Fuente: Propia.

Integración de Música Interactiva usando Fmod en Unity

La música del videojuego se estructura en capas y segmentos que se activan de forma dinámica según el estado del juego (exploración, combate, tensión, victoria, etc.). Fmod permite construir estas estructuras mediante transition markers, logic tracks y timeline conditions, lo que garantiza transiciones suaves y musicalmente coherentes.

Se utilizan snapshots para alterar el balance entre capas musicales o aplicar filtros cuando sea necesario (por ejemplo, en escenas de cámara lenta o pérdida de conciencia). El sistema de música adaptativo mejora la narrativa sonora y refuerza la inmersión del jugador.

En la figura 13 se muestra el evento Music L1, en el cual se estructuran 4 bases musicales que cambian dependiendo del momento del juego. Por ejemplo, cuando inicia el juego empieza a sonar un loop musical que se mantiene hasta la activación de la primera gema. Luego al activar la segunda gema, la música pasa a ser más tensionante. Luego al iniciar la batalla con el enemigo principal, la música cambia totalmente a un estilo épico de batalla.

Figura 14

Música Adaptativa



Fuente: Propia.

Pruebas de Sincronía y Balance en Entorno Jugable

Una vez finalizada la implementación inicial, se ejecutan pruebas funcionales dentro del entorno jugable. Estas pruebas tienen como objetivo:

- Verificar la sincronía entre eventos visuales e impactos sonoros.
- Ajustar niveles de mezcla para garantizar inteligibilidad y equilibrio entre voces, efectos y música.
- Detectar posibles errores de reproducción, duplicación, retrasos o cortes abruptos.
- El diseño sonoro se evalúa en diferentes momentos del juego, con especial atención a escenas complejas o con alta carga interactiva.

Mezcla

El proceso de mezcla se ejecuta bajo el concepto de audio espacial e interactivo, el cual tiene un enfoque algo diferente de las metodologías de mezcla lineal convencionales. En este entorno, la mezcla gestiona una coexistencia dinámica entre diversos sonidos cuya activación depende de los triggers que activa el jugador. Esto exige una planificación rigurosa de la prioridad y el flujo de señales.

Durante esta fase, se realiza un control del espectro de frecuencias mediante la ecualización correctiva. Además, se establece el control de la dinámica para lograr una jerarquía sonora clara entre el sistema de diálogos, los eventos Foley, las camas ambientales y el sistema de música adaptativa. Se implementan técnicas de sub-agrupamiento y compresión side-chain para mitigar el enmascaramiento de frecuencias y optimizar el rango dinámico global, garantizando que los elementos críticos para la jugabilidad mantengan su inteligibilidad en escenarios de alta densidad sonora.

La mezcla se orienta hacia la percepción espacial del usuario, configurando los assets para su espacialización dentro del motor de juego Unity y su posterior procesamiento en el middleware Fmod. El objetivo de la mezcla en este proyecto, es consolidar una arquitectura sonora que no solo responda a la lógica del juego, sino que potencie la presencia y la respuesta emocional del jugador mediante un entorno acústico coherente y altamente inmersivo.

En la figura 14 se muestra la organización jerárquica y funcional del mixer en Fmod. En la parte izquierda se observa el árbol de ruteo, cuya salida final es el Master Bus. Desde este bus principal se desprenden distintos grupos que permiten organizar el audio por categorías. Grupos como Música, SFX, Voz (Ellen), Ambientes y Reverb, facilitando el control independiente de cada familia sonora.

Cada grupo contiene a su vez subgrupos específicos, por ejemplo, pasos, armas, interacciones y sonidos cinemáticos asociados a personajes o entornos concretos. Esta estructura jerárquica permite aplicar procesamiento global (ecualización, compresión, automatización de volumen) a conjuntos de sonidos sin afectar otros elementos del diseño sonoro. Se aprecia el bus de retorno de reverb utilizado para crear el ambiente del cuarto de árboles luminosos donde se activa una de las gemas.

En la parte inferior se encuentra el procesamiento del Master Bus, donde se han insertado efectos como limitador y un medidor de loudness (EBU R128). Este último permite controlar el nivel integrado en LUFS, asegurando que la mezcla final cumpla estándares de sonoridad adecuados para videojuegos y experiencias interactivas. (-23 LUFS).

Finalmente, a la derecha se aprecia el medidor global del Master, junto con el control de panning espacial, lo que confirma una mezcla preparada para sistemas multicanal o envolventes.

Figura 15

Mezcla en Fmod

Fuente: Propia.

Durante la etapa de mezcla se identifican algunas dificultades, entre ellas el enmascaramiento de la voz del personaje Ellen cuando el jugador entra en combate con el enemigo Grenadier. En este fragmento del juego, la música presenta una alta intensidad y está diseñada para reforzar la tensión propia de la batalla; sin embargo, esta densidad sonora provoca que la voz de Ellen pierda claridad en determinados momentos, afectando la inteligibilidad del mensaje narrativo.

Para abordar esta problemática, se aplica un compresor con side-chain en el bus de música, utilizando la voz de Ellen como señal de control. De este modo, cada vez que el personaje emite un sonido o diálogo, la música reduce dinámicamente su presencia en el rango de frecuencias comprendido entre 500 Hz y 5000 Hz, generando un espacio espectral que permite que la voz destaque sin comprometer la intensidad ni el impacto emocional de la música. Esto se evidencia en la figura 16.

Figura 16

Sidechain Ellen - Musica



Fuente: Propia.

Figura 17

Home Studio



Fuente: Propia.

Durante la última etapa de la mezcla, se hizo una última revisión del balance espectral y dinámicas en un estudio acústicamente controlado. En la figura 17 se observa este espacio.

Optimización de Rendimiento de Audio y Gestión de Recursos

Durante esta etapa se optimiza el sistema de audio para asegurar su eficiencia en términos de rendimiento del juego. Las acciones incluyen:

- Asignación adecuada de sonidos a reproducción en streaming o en memoria.
- Reducción del tamaño de archivos mediante compresión sin pérdida cuando sea necesario.

- Revisión del uso de instancias para evitar sobrecarga de canales.
- Uso estratégico de prioridades y límites de reproducción en Fmod.

Estas optimizaciones buscan mantener una experiencia sonora de alta calidad sin comprometer el rendimiento del sistema.

Revisión de Versión Final

Finalmente, se realiza una revisión completa del sistema de audio implementado en su versión final. Se contrastan los objetivos definidos en la preproducción con los resultados obtenidos, se validan todos los eventos sonoros dentro del flujo del juego y se hacen ajustes finales de mezcla o comportamiento adaptativo si es necesario.

La implementación se considera completa cuando el sistema sonoro responde con precisión a las acciones del jugador, mantiene coherencia estética con la narrativa visual y cumple con los estándares técnicos de calidad establecidos en el proyecto.

En los siguientes links se puede apreciar el gameplay de prueba y la revisión final de mezcla: Link al [gameplay test](#). Link al [archivo ejecutable](#).

Análisis y Resultados

El diseño sonoro desarrollado para el videojuego 3D Game Kit de Unity, no se concibió como una capa ornamental adicional al sistema interactivo, sino como un concepto auditivo envolvente, integrado desde su concepción técnica mediante la articulación entre Unity y Fmod. Esta integración permitió trascender las limitaciones del audio lineal, introduciendo un sistema dinámico, reactivo y espacialmente coherente con la lógica visual del videojuego.

Este análisis final, examina los resultados obtenidos a partir de tres dimensiones fundamentales: la estructuración técnica del sistema, su funcionalidad interactiva y su impacto en la experiencia del usuario.

Análisis Técnico del Sistema Sonoro

Arquitectura e Implementación

La incorporación de Fmod como middleware permitió diseñar eventos sonoros parametrizados y organizados bajo una lógica modular y escalable. A diferencia de una implementación exclusivamente basada en AudioSource nativos dentro de Unity, el uso de eventos en Fmod facilitó el control dinámico de parámetros (intensidad, proximidad, estado de combate). Ayudó a crear transiciones suaves entre capas musicales con automatización de mezcla mediante snapshots y VCAs. Generó una separación clara entre diseño y programación ayudando a la organización y control de variaciones sonoras de voces y pasos tanto en el personaje principal Ellen y los enemigos Chomper y Grenadier.

La arquitectura implementada evidenció una ventaja estructural significativa: el sonido dejó de ser un archivo reproducido y pasó a ser un sistema gobernado por variables del juego. Además, el proceso de codificación se reduce al máximo mediante el uso de un middleware como Fmod, ya que se obtiene un control sonoro muy similar al que se consigue en diferentes

DAW como Pro Tools y Reaper, haciendo más amigable el proceso de diseño sonoro para profesionales del audio con mínimo conocimiento en programación.

Espacialización y Construcción del Espacio Acústico

La espacialización tridimensional fue abordada desde la lógica de eventos 3D en Fmod, vinculados a los diferentes elementos espaciales ubicados en la escena de Unity. Esta decisión permitió una representación direccional coherente de enemigos y objetos interactivos. Una diferenciación perceptual entre cercanía, distancia y oclusión y la construcción de profundidad acústica contextual.

El resultado fue una experiencia auditiva que amplificó la comprensión espacial del jugador. La direccionalidad y ubicación espacial aporta al jugador verosimilitud en la narrativa y aspecto visual del videojuego.

Diseño de Capas y Dinamismo Sonoro

Cada evento fue diseñado mediante layering estructurado:

- Transientes de ataque.
- Variaciones de sonidos OneShot
- Ambientes acústicos variados

Fmod permitió modular estas capas en tiempo real mediante parámetros vinculados al estado del jugador (velocidad, combate, daño, ubicación espacial). Esto evitó la repetición perceptual y generó variabilidad orgánica.

Se observó que la integración de variaciones sonoras incrementó la sensación de realismo y redujo la fatiga auditiva, particularmente en eventos recurrentes como pasos y ataques.

Análisis Funcional

Uno de los hallazgos más relevantes fue la consolidación del sonido como sistema informativo autónomo. El audio cumplió funciones de:

- Confirmación de acciones.
- Advertencia de riesgo y estados de emoción
- Indicación de logro o error.
- Transición narrativa entre estados.

El comportamiento reactivo de la música (modulada por el estado de evolución del juego) generó una percepción emocional progresiva, sin ruptura abrupta entre exploración y acción.

Esta progresión emocional de la música confirma que el diseño sonoro opera como mecanismo emocional anticipatorio y no solamente como un adorno auditivo.

Resultados Perceptuales y Experienciales

Desde una perspectiva fenomenológica, el entorno dejó de percibirse como un espacio visual acompañado por sonido, y pasó a experimentarse como un espacio audiovisual integrado.

Los resultados pueden sintetizarse en los siguientes efectos observables:

- Alto nivel de sensación de realismo.
- Excelente orientación espacial.
- Alta coherencia entre acción y respuesta sonora.
- Emocionalidad progresiva apoyada por la música adaptativa.

La implementación de Fmod y Unity demostró que el middleware no solo amplía las capacidades técnicas del motor, sino que redefine la concepción del sonido dentro del diseño interactivo.

El sonido deja de operar como un recurso estático para convertirse en un sistema dinámico gobernado por estados, parámetros y transiciones. Esta condición sistémica constituye uno de los aportes centrales del presente trabajo.

Síntesis de Logros

El resultado final de este proyecto aplicado, es un ecosistema sonoro reactivo y optimizado que cumple con los estándares de la industria actual. Se entrega un banco de sonidos (Sound Bank) estructurado y variado, evitando la fatiga auditiva y reforzando la identidad estética del videojuego. Este proyecto confirma que el diseño sonoro en videojuegos debe abordarse desde una lógica arquitectónica y no decorativa.

Conclusiones

El desarrollo del sistema sonoro para el prototipo basado en Unity y Fmod permitió validar la hipótesis central de esta investigación: el diseño sonoro interactivo, cuando se concibe como sistema dinámico parametrizado, transforma cualitativamente la experiencia de juego.

Las principales conclusiones son:

- El sonido como arquitectura interactiva: La integración entre motor y middleware permitió construir un ecosistema sonoro gobernado por variables de estado, consolidando al audio como estructura interactiva y no como capa secundaria.
- La espacialización como herramienta cognitiva: La implementación tridimensional no solo incrementó la inmersión, sino que fortaleció la toma de decisiones del jugador mediante información direccional anticipatoria.
- La música adaptativa como modulador emocional: El uso de parámetros dinámicos en Fmod permitió transiciones orgánicas entre exploración y combate, evitando rupturas abruptas y reforzando la continuidad narrativa.
- La importancia del diseño parametrizado: El control en tiempo real de capas, intensidades y variaciones tonales redujo la repetición perceptual y elevó la credibilidad acústica del entorno.

Reflexión Final

El presente trabajo no solo representa un ejercicio técnico de implementación sonora, sino una afirmación metodológica: en el diseño de videojuegos contemporáneo, el sonido debe pensarse como estructura narrativa, sistema informativo y espacio perceptual simultáneamente.

La convergencia entre tecnología, estética e interactividad redefine el rol del diseñador sonoro, quien ya no produce únicamente sonidos, sino sistemas acústicos dinámicos que co-construyen la experiencia lúdica.

Referencias Bibliográficas

- Amil, P. (2016). *Síntesis de audio por modelado físico de instrumentos musicales: Tambores del candombe uruguayo* (Tesis de maestría, Universidad de la República).
- Bridgett, R. (2021). *From the shadows of film sound: Cinematic production and creative process in video game audio*. Oxford University Press.
- Dichio Suárez, L. A. (2022). La percepción sonora como marco de análisis: Procesos de hibridación entre ambiente y Foley en videojuegos. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*.
- Fernández Regalado, R. (2024). *Análisis de la industria de los videojuegos* [Trabajo fin de grado, Universidad de Valladolid].
- Guamán, J., & Gutama, J. (2022). Creación de relatos sonoros como recurso pedagógico en la enseñanza artística. En L. D'aubeterre Alvarado & D. Pauta Ortiz (Eds.), *Pedagogías de las artes y humanidades*. Universidad Nacional de Educación.
- Heino, O. (2023). *Adaptive music as a narrative device in video games* (Bachelor's thesis, Tampere University of Applied Sciences).
- Lanham, M. (2017). *Game audio development with Unity 5.X*. Packt Publishing.
- León Lescano, N., Eyzaguirre Mamani, S., & Campos Pérez, R. (2017). Proceso de diseño de software y proceso de diseño sonoro para un videojuego educativo. *Revista Campus*, 22(23), 27–34.
- Marchan Sánchez, A. N. (2019). *Construcción de una biblioteca de eventos sonoros para contenidos multimedia* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.

- Mejías-Climent, L. (2022). Una perspectiva diacrónica del doblaje en videojuegos: Evolución de la práctica profesional. *Hermēneus. Revista de Traducción e Interpretación*, 24, 157–190.
- Orjuela Sánchez, Y. A. (2025). *Diseño y construcción de un videojuego tipo corredor sin fin como una herramienta lúdica alternativa para aprender inglés: Classroom LangRus* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.
- Paul, S. (2009). Binaural recording technology: A historical review and possible future developments. *Acta Acustica united with Acustica*, 95, 767–788.
- Pérez-Valero, L. (2023). *Paisaje sonoro en Guayaquil: Investigación y práctica artística desde tres casos de estudio de la Universidad de las Artes, Ecuador*. Universidad de las Artes.
- Porras Orozco, J. P. (2020). *Diseño sonoro para videojuegos* [Trabajo de grado, Universidad de La Sabana].
- Pueo, B., & Sánchez Cid, M. (2011). El sonido envolvente en entornos audiovisuales inmersivos. *Revista ICONO 14*, 9(2), 167–184.
- Rubio Arenas, J. (2020). *Metodología de grabación Ambisonic en conjuntos musicales acústicos* [Trabajo fin de grado, Universitat Politècnica de València].
- Smith, L. F. (2020). *The effect of dynamic music in video games: An overview of current research* (Bachelor's thesis, University of Gotland).
- Woodside Woods, J. J. (2017). Textos sonoros: Análisis de diseños sonoros cinematográficos. *Revista Comunicación*, 25(1), 99–118.
- Yost, W. A. (2015). Psychoacoustics: A brief historical overview. *Acoustics Today*, 11(3), 46–53.