

**Diseño e implementación de audio dinámico para un videojuego de acción Sci-Fi  
con jugabilidad en tercera persona**

Farid Ricardo María Echenique

Asesora

Laura Nataly Villa Arrieta

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Tecnología en Producción de Audio

2023

## Tabla de Contenido

Portada .....	2
Introducción .....	7
Objetivos.....	8
Objetivo General .....	8
Objetivos Específicos .....	8
Desarrollo .....	9
Tarea 1: Fundamentos de Audio Dinámico .....	9
Análisis de un videojuego .....	9
Generalidades de CTR: Crash Team Racing (PS ONE).....	9
Categorías de audio dinámico.....	10
Audio interactivo, adaptativo y variable .....	11
Tarea 2: Diseño de eventos sonoros en Audio Middlewares .....	13
Generación de un ambiente sonoro dinámico.....	13
Eventos y bancos de efectos en Fmod.....	13
Parámetros en Fmod.....	15
Tarea 3: integración de audio middleware con motor de videojuegos .....	17
Sonorización de un proyecto de videojuego.....	17
Descripción de la escena desarrollada .....	17
Integración entre Fmod y Unity .....	18
Emisor de eventos .....	18

Sonido de ambiente.....	19
Efectos sonoros.....	21
Música.....	26
Tarea 4: Triggers, Snapshots y modificación continua de parámetros de audio ...	27
Programación del diseño sonoro del videojuego.....	27
Efectos sonoros de personaje e interactivos .....	27
Simulación de efecto de oclusión .....	31
Música adaptativa .....	33
Zona de reverb y ambientes por medio de snapshots .....	34
Tarea 5: Mezcla y finalización de un proyecto de sonorización de videojuego .....	35
Optimización del audio del videojuego.....	35
Ajustes en los efectos de Fmod .....	36
Mixer en Fmod.....	37
Profiler y Live Update.....	39
Conclusiones .....	41
Referencias bibliográficas.....	42

## Índice de figuras

Figura 1. Ejemplo de audio interactivo en CTR.....	11
Figura 2. Ejemplo de audio adaptativo en CTR.....	12
Figura 3. Ejemplo de audio variable en CTR.....	12
Figura 4. Sesión en Fmod que muestra el Evento ambiente .....	15
Figura 5. Automatización de volumen y uso de parámetro “Distance” en Fmod.....	16
Figura 6. Personaje principal de la escena .....	17
Figura 7. Audio Listener en el personaje.....	19
Figura 8.a. Evento “ambiente” en Fmod que contiene el sonido de ambiente (arriba).....	20
Figura 8.b. Sonido ambiente añadido a la cámara del personaje (abajo).....	20
Figura 9.a. Evento “zone” en Fmod (Izquierda).....	21
Figura 9.b. Complemento de sonido ambiente en Unity (Derecha) .....	21
Figura 10. Evento “Radio” en Fmod .....	22
Figura 11.a. Evento “Radio” añadido a computador por medio de trigger (Arriba).....	23
Figura 11.b. Evento “Radio” añadido a van trigger y controlado por parámetro (Abajo) ...	23
Figura 12. Evento “Boxes” con parámetro “BoxType” en Fmod .....	24
Figura 13. Configuración de cajas con evento “Boxes” en Unity .....	24
Figura 14. Evento “Alien Boss” configurado como trigger a partir de un box collider .....	25
Figura 15. Evento “Screams” configurado por medio de trigger desde un box collider .....	26
Figura 16. Zonas de triggers y colliders para cambios de música .....	27
Figura 17. Evento “Footsteps” en Fmod.....	29

Figura 18. Modificación de animación y triggers para aplicar sonido de pasos. ....	29
Figura 19. Evento "Text Machine" implementado en Unity a través de Canvas.....	30
Figura 20. Zona de trigger para el efecto de cierre de reja en cárcel .....	31
Figura 21. Efecto de oclusión con la pared para evento de gotera dentro de celda .....	32
Figura 22. Mapa con las zonas de trigger y colliders del juego .....	33
Figura 23. Configuración de reverb 1 y 2 al proyecto. ....	35
Figura 24. Ganancia agregada al track de los pasos del alien .....	36
Figura 25. Ajuste de Eq multibanda para el track de sonido de reja.....	36
Figura 26. Cambios en la configuración del mezclador de Fmod según momento.....	37
Figura 27. Profiler de Fmod y niveles de medición a través de live update. ....	39

## Índice de tablas

Tabla 1. Datos generales de CTR.....	10
Tabla 2. Categorías de audio de CTR.....	10
Tabla 3. Eventos que componen el ambiente .....	14
Tabla 4. Banco de efectos utilizado en la escena .....	19
Tabla 5. Assets utilizados en la escena final.....	28

## Introducción

En el mundo de hoy, la tecnología cada día cobra mayor importancia en el desarrollo de la sociedad. Desde los equipos y utensilios básicos para subsistir, la vivienda y los medios de transporte, armamento y todos los equipos tecnológicos, hasta los de uso común y corriente y con fines de entretenimiento, a través de los cuales, se puede apreciar constantes avances en la simplificación de hábitos y mejora continua de la experiencia de usuario, facilitando la realización de tareas específicas.

En el caso del arte del cine, la televisión y, específicamente en el ámbito de los videojuegos, la interactividad que ofrece la tecnología, en especial, cuando se trata de la implementación del audio, permite apreciar unas entregas cada día más reales e inmersivas, a través de la utilización de técnicas que favorecen a que el audio sea esencial para la jugabilidad, abordando todo tipo de desafíos y complejidades, donde cada nota musical y efecto sonoro se convierte en un elemento interactivo que moldea de manera inteligente la adaptabilidad de las acciones del jugador, creando así una experiencia única e inigualable, redefiniendo la manera en que se viven los juegos de video.

En este trabajo, se abordarán algunas generalidades sobre los videojuegos en cuanto a los elementos de audio dinámico que lo integran y diversas técnicas sobre la utilización de parámetros en los *middlewares* y motores de videojuegos, como también la implementación de audio en una escena y la optimización de dichos elementos gráficos y auditivos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar, diseñar e implementar técnicas y estrategias de audio dinámico en videojuegos a través de una escena de ciencia ficción desarrollada en el contexto de tercera persona, con el fin de crear un ambiente de inmersión para el jugador y exponer la calidad global de la experiencia de juego interactivo.

### **Objetivos Específicos**

Investigar y definir los diferentes elementos de audio en tecnologías aplicadas a videojuegos de épocas anteriores, enfocados en audio dinámico.

Crear un ambiente sonoro dinámico a partir de eventos, bancos de sonidos y demás elementos que permita sonorizar una escena de un videojuego.

Diseñar un modelo de implementación de audio dinámico que considere la adaptabilidad del jugador en un videojuego de acción y sci-fi, asegurando una experiencia envolvente para el usuario.

Optimizar los efectos y ambientes de la escena del videojuego desde el mezclador y los diferentes parámetros empleados en su implementación.

## **Desarrollo del diseño e implementación de audio dinámico para un videojuego de acción Sci-Fi con jugabilidad en tercera persona**

A lo largo de este informe, se describirá el método utilizado para el desarrollo del diseño y la implementación del audio de la escena del videojuego a lo largo del período académico, abarcando aspectos teóricos y experienciales relacionados con el audio del mismo, y teniendo en cuenta cada una de las fases que enmarcaron los procesos que se llevaron a cabo en las diferentes tareas realizadas.

### **Tarea 1: Fundamentos De Audio Dinámico**

#### ***Análisis De Un Videojuego***

La primera actividad consistió en realizar una investigación sobre los diversos parámetros del audio utilizados en la implementación de una experiencia inmersiva en juegos de épocas anteriores, analizando los diferentes elementos que se tuvieron en cuenta en la elaboración del juego con el fin de reconocer cuándo y bajo qué circunstancias del mismo se utilizaban dichos parámetros de audio.

**Generalidades De Crash Team Racing CTR (PSone).** A continuación, se muestran los datos generales del juego Crash Team Racing de la plataforma PS One:

**Tabla 1***Datos generales de CTR*

<b>Título</b>	<b>Crash Team Racing (USA-EUR)</b>
<b>Plataforma</b>	Play Station (Ps ONE)
<b>Género</b>	Carreras, Karts, Animado
<b>Formato</b>	CD-ROM
<b>Año</b>	1999
<b>Desarrollador</b>	Naughty Dog para SONY
<b>Sinopsis</b>	Juego multijugador de carrera de karts en el que el personaje principal Crash Bandicoot junto a sus amigos deben competir contra un alienígena llamado Nitrous Oxide y sus secuaces. Los carros están equipados con diversas armas y los mundos tienen la identidad de los personajes, lo que lo hace un juego entretenido y muy divertido para todas las edades.

*Fuente: Sony Computer Entertainment (1999)*

**Categorías de audio dinámico.** En la investigación acerca del videojuego, se pudieron identificar las siguientes categorías de audio:

**Tabla 2***Categorías de audio de CTR*

<b>Categorías de audio de CTR</b>	
<b>Interfaz</b>	Cinemática de presentación de personajes y logo, movimiento de cursor, escoger opción, anular opción
<b>Música</b>	Africana, indígena. Instrumentos de percusión y xilófono
<b>Ambiente</b>	Fondos animados sin sonido. El ambiente lo compone la música, las voces de los personajes y los efectos de sonido
<b>Diálogos</b>	Voces de los personajes. Diálogos en las cinemáticas
<b>Efectos (FX)</b>	Aceleración, freno y salto de los karts, conteo de la carrera, cajas, manzanas, artefactos y herramientas (como misiles,

---

bombas, etc.), cambios de superficies, caídas, interacción con el fondo (atajos).

---

*Fuente: Elaboración propia*

**Audio interactivo, adaptativo y variable.** A partir de la tabla anterior y teniendo en cuenta diferentes escenas y episodios del juego, se puede determinar qué tipo de situaciones presentan los distintos tipos de audio. En cuanto a *audio interactivo* se refiere, el juego presenta sonido cuando se pulsa el botón de aceleración, cuando toma una caja o cuando se presiona una opción en el menú, por ejemplo (Ver Figura 1).

### Figura 1

*Ejemplo de audio interactivo en CTR*



Fuente: Elaboración propia a partir del juego.

Por su parte, en cuando a *audio adaptativo*, se puede presenciar al momento de pasar de un tipo de superficie de rodamiento a otro en medio de una carrera (Ver Figura 2) o incluso cuando el jugador pasa de una zona despejada a una con estructura de techo o semicerrada, en donde se puede apreciar el cambio de lugar gracias a la diferencia de reverberación.

## Figura 2

*Ejemplo de audio adaptativo en CTR*



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se puede comprobar que hay *audio variable* debido al cambio en el pitch de la canción cuando el jugador cruza la línea de meta y entra a la última vuelta (Ver Figura 3). Esto invita al jugador a darse prisa para llegar primero y facilita la inmersión del mismo en la experiencia.

## Figura 3

*Ejemplo de audio variable en CTR*



Fuente: Elaboración propia

## Tarea 2: Diseño de eventos sonoros en Audio Middlewares

### *Generación De Un Ambiente Sonoro Dinámico*

La siguiente fase permitió la creación de un ambiente sonoro dinámico a partir de la configuración de un banco de efectos, algunos propios realizados por medio de la técnica Foley, otros modificados en EQ y otros parámetros, y otros de derechos de uso libre en plataformas como YouTube. A continuación, se explican algunos procesos llevados a cabo en la creación de dicho banco.

**Eventos Y Bancos De Efectos En Fmod.** Fmod Studio es un middleware que facilita la implementación de audio en los motores de videojuegos. Con una interfaz muy sugestiva, se hace muy sencillo de manejar porque es similar a la de un DAW y algunos de sus elementos son equivalentes; a saber, un asset corresponde a un clip de audio y un evento corresponde a uno o varios tracks a los que se les aplica parámetros o se modifican propiedades, así como los canales.

Dichos assets, cuando son importados y agregados a eventos, se asignan a bancos que serán reconocidos por el motor de desarrollo de videojuego, como Unity o Unreal Engine.

Para esta actividad, los efectos debían sugerir un tipo de ambiente y elementos que lo complementaran como lluvia, viento, tormenta y los assets utilizados fueron los siguientes:

**Tabla 3**

*Eventos que componen el ambiente del videojuego*

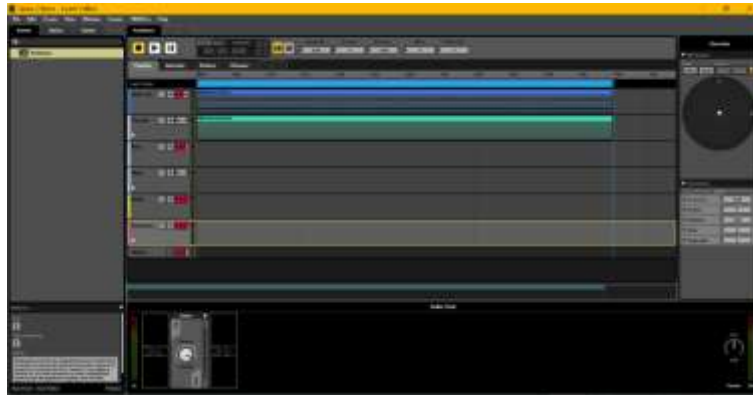
<b>Assets utilizados en la Tarea 2</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Técnica</b>
Ambiente noche	Descargado. Sin modificaciones. En loop
Truenos	Descargado. Con varias intensidades: de suave y lejano a fuerte y cercano.
Lluvia	Foley y descargado. Agua cayendo con varias intensidades como simulación de rocío hasta lluvia torrencial
Viento	Descargado. Con varias intensidades, desde viento medio suave hasta simulación de tempestad
Radio	Descargado de SoundIdeas2000. Sonido de interferencia y comunicación en frecuencia radial.
Helicóptero	Descargado. Con variación de intensidad

Fuente: Elaboración propia

Basado en lo anterior, se simuló en Fmod un ambiente de noche en el que el jugador, podría ser un policía o detective, intentaba escapar de una ciudad desierta acabada por una pandemia. La escena, aún solo de audio exclusivamente (ver Figura 4), sugería que el personaje llegara a un lugar abierto en el que estuviera lloviendo y que, en medio de su búsqueda, encontraría a otros compañeros muertos en sus vehículos. Esto le daría una idea de usar sus radios a ver si encontraba respuesta. Finalmente, aparecería un helicóptero para su rescate; lo que el personaje no sabía es que en ese helicóptero vendrían zombis y no podría escapar en él.

## Figura 4

*Sesión en Fmod que muestra el Evento ambiente*



Fuente: Elaboración propia.

**Parámetros en Fmod.** Para lograr que la escena se escuchara así, se añadieron algunos parámetros que permitirían controlar dichos sonidos y realizar una simulación como si estuviera en la escena del videojuego. Para esto, se configuraron los siguientes elementos:

Los truenos se añadieron como un multi-instrumento, de tal modo que sonara 1 cada vez que cumpliera el ciclo. La reproducción era a partir de una selección al azar sin repetir (shuffle) y vendría ligada a la intensidad del agua y el viento. En ese sentido, lo lógico era que a medida que la lluvia y el viento eran más fuertes, los sonidos de los truenos también.

La lluvia era controlada por el parámetro *Intensity* de tal manera que, a medida que la perilla aumentara su nivel, también iba aumentando la

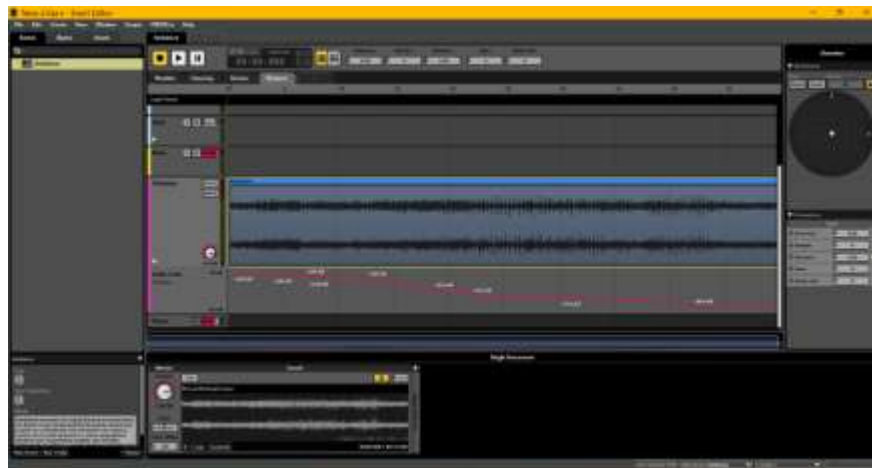
intensidad del agua. Del mismo modo, este parámetro se aplicó al viento.

El radio estaría controlado por el parámetro *Actions* que funcionaría como un switch, de tal modo que, al activarlo, indicaba al jugador que estaba en una zona donde podría utilizar el radio, es decir, suponiendo una ubicación dentro de un mapa.

El helicóptero vendría siendo controlado por el parámetro *Distance*, el cual permitiría tener una intensidad mayor del sonido estando más cerca y un volumen más bajo hasta desaparecer a medida que estuviera en un punto más lejano. Esto se controla por medio de una automatización del volumen y una gráfica distancia vs volumen, integrada al canal (Ver Figura 5).

### Figura 5

*Automatización de volumen y uso de parámetro "Distance" en Fmod*



Fuente: Elaboración propia.

### Tarea 3: Integración De Audio Middleware Con Motor De Videojuegos

#### *Sonorización De Un Proyecto De Videojuegos*

En la siguiente etapa, el ejercicio consistía en realizar un banco de efectos y aplicarlo a una escena en Unity 3D por medio de eventos de Fmod. A continuación, se explica el proceso que se llevó a cabo.

**Descripción de la escena desarrollada.** La escena pertenece a un contexto de acción y ciencia ficción en donde un militar (personaje principal) se encuentra en una tienda de campaña en una ciudad atacada por alienígenas, en busca de sus compañeros raptados por ellos. Su misión es encontrar una base y rescatarlos en caso de que sigan vivos, pero se encontraría con algunas sorpresas. La modalidad que se utilizó fue de un jugador en tercera persona.

#### **Figura 6**

*Personaje principal de la escena del videojuego*



Fuente: Unity Asset Store.

**Integración Entre Fmod Y Unity.** Unity es un motor desarrollador de juegos que tiene su propio motor de audio. Sin embargo, su uso es limitado, como en otros softwares similares, por lo que es importante saber enlazarlo con Fmod para tener más opciones y mejor control al momento de implementar el audio.

Por esta razón, se hizo una integración entre los 2 software, de tal modo que Fmod controlara el audio directamente desde los eventos y los parámetros, y Unity se encargara de tomarlos de los bancos asignados para reproducirlos según los scripts que se manejaran en cada momento o elemento incluido en la escena.

Para esto se necesitó la instalación de un complemento FmodUnity y se sincronizaron ambos programas. No obstante, para que pudiera emitir sonidos, se debía construir (opción “Build F7”) y de esta manera se enlazarían para continuar con la implementación del ambiente sonoro.

**Emisor De Eventos.** Para hacer uso de los elementos de unity, sus scripts y las diversas opciones del motor, se debían crear eventos a partir de los assets importados, controlados por parámetros. Algunos ejemplos de assets utilizados en esta escena en esta instancia fueron los siguientes:

**Tabla 4**

Banco de efectos utilizado en la escena del videojuego

<b>Assets utilizados en la escena</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Técnica</b>
Grito de alien	Descargado. Selección de algunas secciones para loop
Ambiente	Descargado. Tipo ciudad de noche

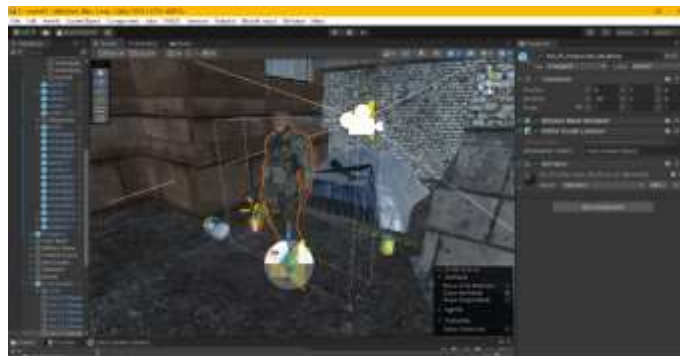
Cajas coleccionables	Recuperador: Sonido de corredera. Descargado Arma: Sonido de arma. Descargado Munición: Sonido de recarga de arma. Descargado
Radio	Descargado de SoundIdeas2000. Sonido de interferencia y comunicación en frecuencia radial.
Gritos	Captura con micrófono de condensador y otros descargados
Sonidos de guerra	Descargados. Sin modificaciones. Utilizados de manera aleatoria
Suspense	Efecto. Descargado. Sin modificaciones
Música de exploración	Descargada. Selección de fragmentos
Música de tensión	Descargada. Selección de fragmentos

Dichos assets fueron organizados en carpetas para facilitar el orden de la sesión y fueron asignados a 2 bancos en Fmod: FX y Music, según la categoría que cumplían, como se muestra a continuación.

**Sonido Ambiente.** Luego de haber construido el personaje con todos los atributos y controladores en tercera persona, se le agregó un *Fmod Audio Listener* al cuerpo del jugador, de tal manera que pueda escuchar cualquier evento reproducido desde Fmod (Ver Figura 7).

### Figura 7

*Audio listener de Fmod agregado al personaje*

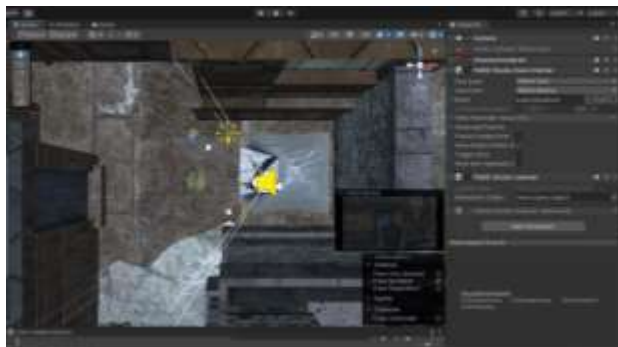


Fuente: Elaboración propia.

El evento sonido ambiente se llamó “Ambience” y se reproduce cuidadosamente en loop desde un track en Fmod que no tiene más modificaciones que añadirle un poco de ganancia (Ver Figura 8.a), y fue añadido a la cámara del personaje, de tal manera, que se escuche en todo el mundo a medida que el personaje se mueva sobre éste, desde que empieza (Object Start) hasta que muera o desaparezca (Object Destroy) (Ver Figura 8.b).

### Figura 8

*Figura 8.a. Evento “ambience” en Fmod que contiene el sonido de ambiente (Arriba). Figura 8.b. Sonido ambiente añadido a la cámara del personaje (Abajo)*

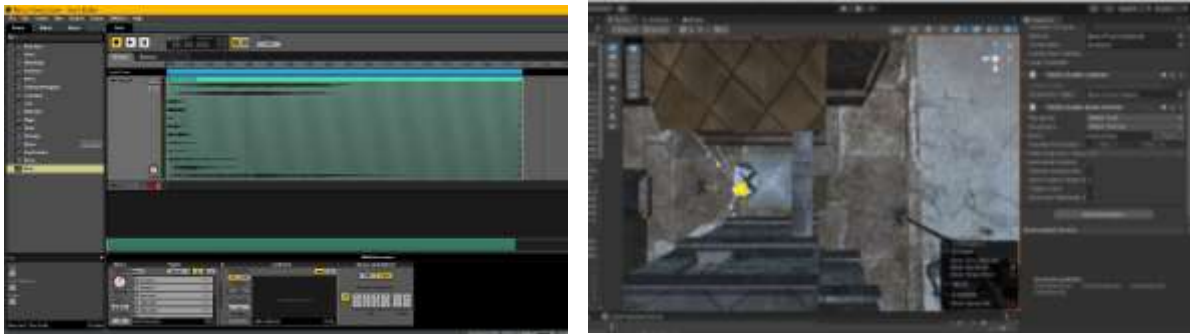


Fuente: Elaboración propia.

Otro evento que enriquece el ambiente fue creado a partir de una zona que reproduce sonidos de guerra en loop. Para esto se añadió un multi-instrumento en Fmod con sonidos de aviones, misiles, armas y tanques, todos muy lejanos, se añadió a un evento llamado “Zone” (Ver Figura 9.a) y se le agregó al suelo de todo el mundo para que siempre se escuchara junto al ambiente hasta que el personaje desapareciera o muriera (Ver Figura 9.b).

### Figura 9

*Figura 9.a. Evento “zone” en Fmod (Izquierda). Figura 9.b. Complemento de sonido ambiente en Unity (Derecha).*



Fuente: Elaboración propia.

**Efectos De Sonido.** Dentro del banco de efectos de sonido, se encontraba el efecto de “Radio”, evento que también se llamó así y que tenía 2 tracks, uno de ellos controlado por el parámetro “Distance”, de tal modo que cuanto más cerca esté el jugador, más se escucharía (Ver Figura 10).

## Figura 10

*Evento "Radio" en la sesión de Fmod*



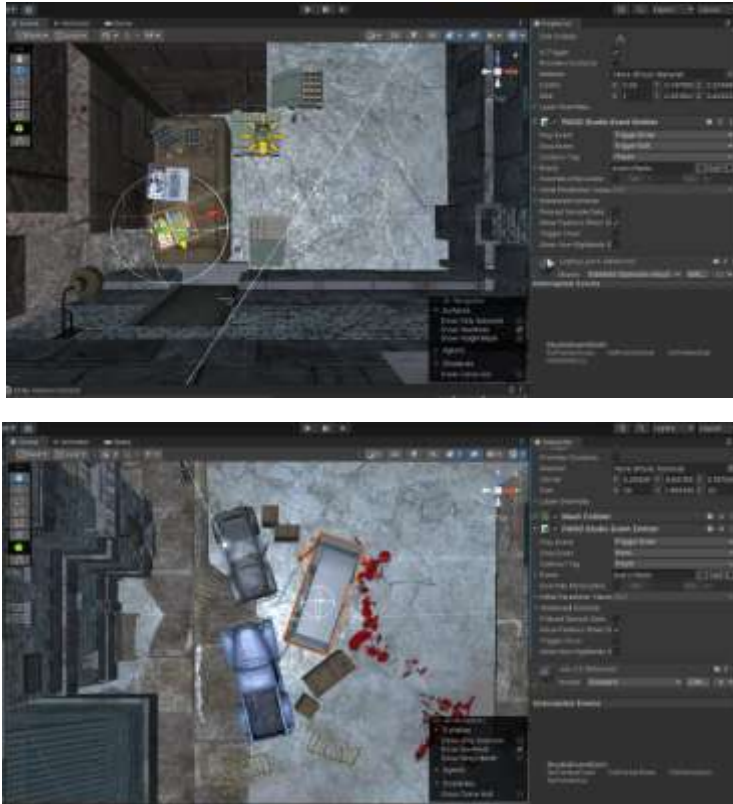
Fuente: Elaboración propia.

El evento fue agregado a un emisor añadido a un box collider en un computador de la tienda de campaña del principio del mundo por medio de trigger (Ver Figura 11.a). Así sonaría cuando el jugador llegue hasta el computador en busca de respuestas y se haría en simultaneo con el sonido de interferencia.

Por otro lado, se añadió el mismo sonido de interferencia, esta vez solo y por medio de trigger, a uno de los vehículos de la zona exterior del edificio, correspondiente a una de las vans donde viajaban sus compañeros soldados (Ver Figura 11.b) y estaría controlado sólo por el parámetro "Distance" para que, al explorar, el jugador sintiera la necesidad de ir ahí.

## Figura 11

*Figura 11.a. Evento "Radio" añadido a computador por medio de trigger (Arriba). Figura 11.b. Evento "Radio" añadido a van por trigger y controlado por parámetro (Abajo).*



Fuente: Elaboración propia.

Además del efecto radio, se agregaron diferentes sonidos para unas cajas coleccionables, cuyo evento se llamó "Boxes". Funciona con un parámetro llamado "BoxType" y que permite reproducir un sonido de acuerdo al tipo de caja, bien sea de recuperación, arma, granada o munición (Ver Figura 12).

**Figura 12**

*Evento "Boxes" con control a partir del parámetro "BoxType" en Fmod*

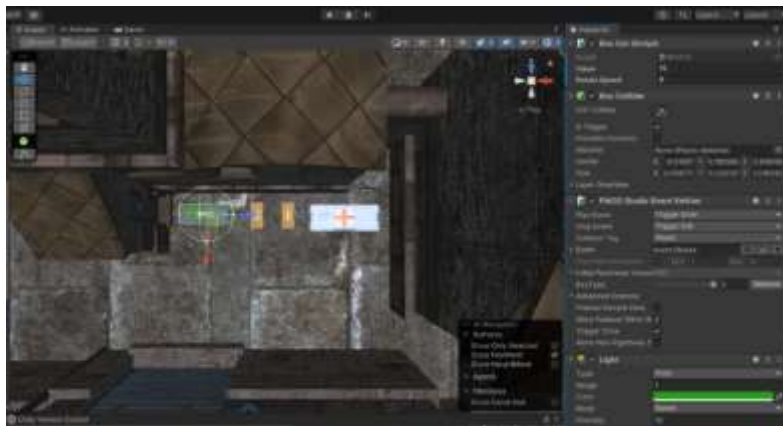


Fuente: Elaboración propia.

El sonido se reproducía justo antes de desaparecer la caja gracias a la configuración de trigger enter hacia un box collider con su tamaño y dos scripts: uno llamado "BoxCol" y el otro llamado "GameManager", que daban orden a la animación.

**Figura 13**

*Configuración de cajas con evento "Boxes" en Unity*

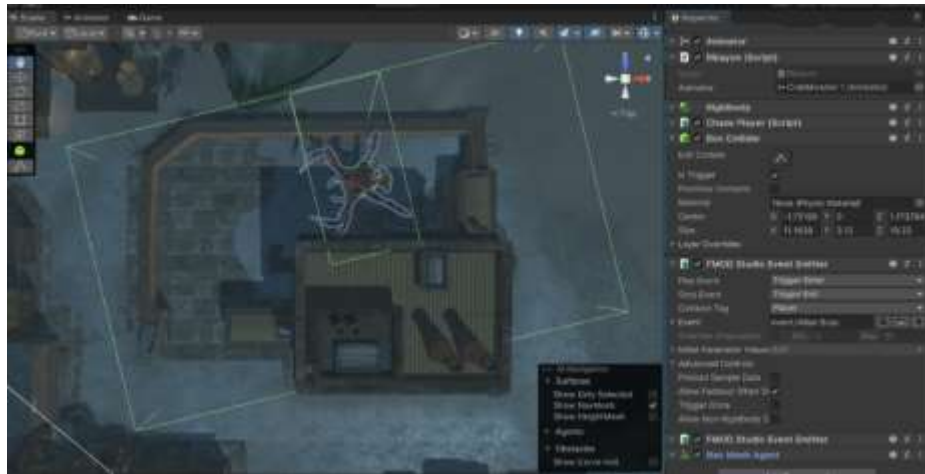


Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se agregó un evento llamado “Alien Boss” que contenía un grito (o rugido) de un alien gigante que se le añadió al monstruo y que se configuró como trigger, teniendo como área un box collider mucho más grande que el monstruo para que se escuchara desde más lejos (Ver Figura 14).

### Figura 14

*Evento “Alien Boss” configurado como trigger a partir de un box collider*

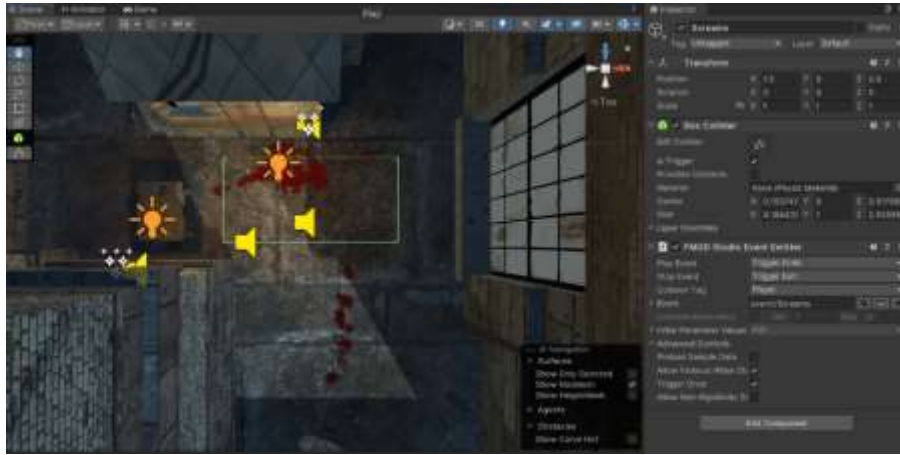


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en esta etapa se agregó una parte importante de la escena: la zona de tortura. En el gameplay, el jugador busca a sus compañeros y llega a otro edificio en donde encuentra una zona de cadenas, sangre y tortura y al llegar escucha unos gritos, cuyo evento se llama “Screams” (Ver Figura 15), un ambiente sombrío y una pista de música tenebrosa, la cual se abordará en el siguiente apartado.

## Figura 15

*Evento "Screams" configurado por medio de trigger desde un box collider.*



Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que dicho evento presenta 3 clases de gritos que se unen con un crossfade para que se sienta más real y menos interrumpido, y que antes de entrar a esa zona hay un trigger en un box collider, el cual, al ingresar, activa un efecto de suspenso que acerca al jugador más rápidamente al collider de la zona de tortura.

**Música.** La música tiene 2 momentos en esta etapa: un primero de exploración que presenta una pista más calmada que está en la zona de inicio activada por un trigger enter, y que se interseca con otro collider que dispone el trigger de suspenso como zona intermedia entre esta y el segundo, que corresponde a una pista más tensa, lúgubre y con instrumentos más tristes (Ver Figura 16).

**Figura 16**

*Zonas de triggers y colliders para cambios de música*



Fuente: Elaboración propia.

#### **Tarea 4: Triggers, Snapshots Y Modificación Continua De Parámetros De Audio**

##### ***Programación Del Diseño Sonoro De Un Videojuego***

A medida que se avanza en las actividades, se va puliendo muchos detalles de la implementación, acentuando algunos y atenuando otros, para darle la dinámica adecuada. Además de los assets que ya se incorporaron, hacían falta otros para contribuir a ese dinamismo y a continuación se presentan en detalle los procedimientos realizados.

**Efectos Sonoros De Personaje E Interactivos.** Para completar la escena se añadieron más assets que son mostrados en la Tabla 5:

**Tabla 5***Assets utilizados en la escena final del videojuego*

<b>Assets utilizados en la escena final</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Técnica</b>
Fuego	Foley. Captura de 3 sonidos: movimiento de plástico de burbujas, movimiento lento de envoltura plástica y soplido cerca al micrófono
Pasos en tierra (y otros tipos de superficie)	Foley. Captura de pasos con zapatos de cuero con tacón sobre superficie de palets o estibas, con un poco de azúcar morena
Máquina de escribir	Descargado. Modificado en parámetros de Eq
Pasos de alien	Foley. Captura de 2 sonidos: movimiento de toalla de tela y de plástico de burbujas
Reja	Descargado. Modificado en parámetros de Eq
Gotera	Descargado. Modificación en parámetros de Eq
Música de batalla	Descargada. Selección de fragmentos

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los sonidos de personaje, los pasos fueron un completo desafío; para lograr implementarlos, se prepararon algunas layers con los nombres de los tipos de superficie (pavimento, concreto, roca y tierra) que coincidieran con los labels de Fmod para asignarlas a las diferentes zonas del mapa. Luego, se añadía un script para que el personaje reconociera los tipos de suelo y a través de las animaciones se escogiera el sonido adecuado y se reprodujera. Todo se realizó directamente en el código para asegurarnos de que funcionara adecuadamente.

El evento de los pasos se llamó “Footsteps” y se hizo en Fmod a partir de multi-instrumentos controlados por un parámetro llamado “Terrain” (Ver Figura 17).

## Figura 17

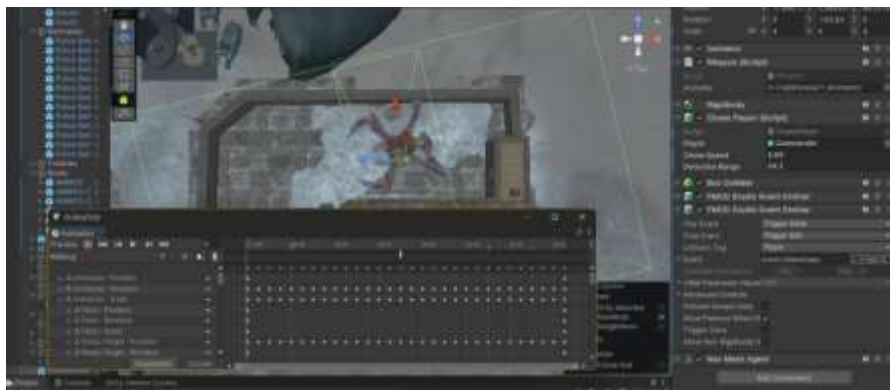
*Evento "Footsteps en Fmod"*



Adicionalmente, se transformó el sistema de animaciones del enemigo para añadirle otro sonido de pasos, acordes al personaje, puesto que no se trataba de un monstruo humanoide sino de un artrópodo gigante. Para lograr esto, también se añadió un script de persecución con IA para que persiguiera al jugador desde determinada distancia y a cierta velocidad y que, al mismo tiempo, pudiera reproducirse el sonido (ver Figura 18).

## Figura 18

*Modificación de animación y triggers en monstruo para aplicar sonido de pasos*



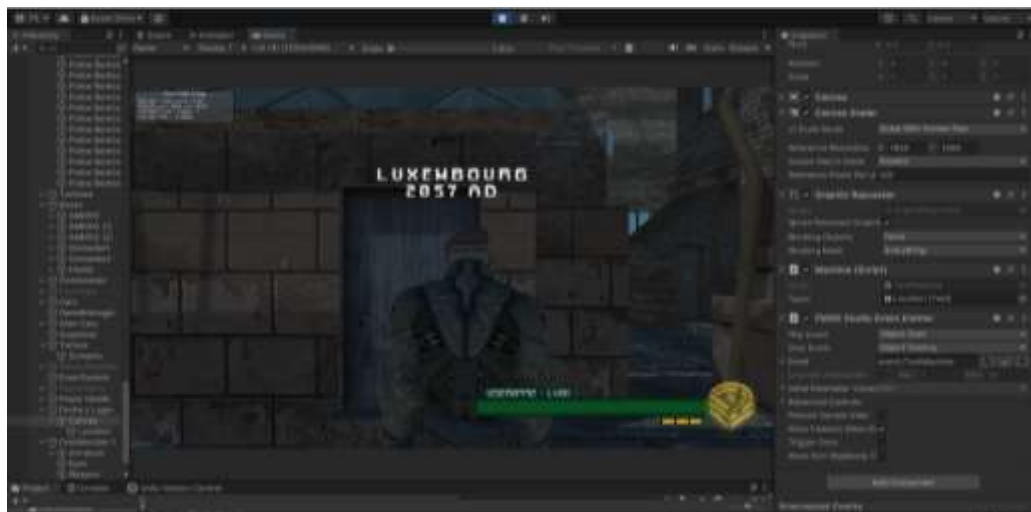
Fuente: Elaboración propia.

Esto debía coincidir con el sonido de rugido y la animación intimidatoria de la bestia para darle un toque más realista al juego, como también con la música de batalla, la cual se describirá en el siguiente apartado.

Además de estos efectos de jugador y enemigo, se encuentran otros para quien juega el videojuego como lo es el de la máquina de escribir, el cual suena a medida que aparecen unas letras que indican fecha y lugar en el que se desarrolla la escena. Este evento se llama “Text Machine” y se implementó a través de un canvas (letras) que tenían como animación ir sumando letras como si escribiera una máquina vieja de escribir hasta completar el texto, a través de object start y object destroy, controlado por un script que facilitaba que se vieran en la parte superior de la pantalla (Ver Figura 19).

### Figura 19

*Evento “Text Machine” implementado en Unity a través de Objeto Canvas*



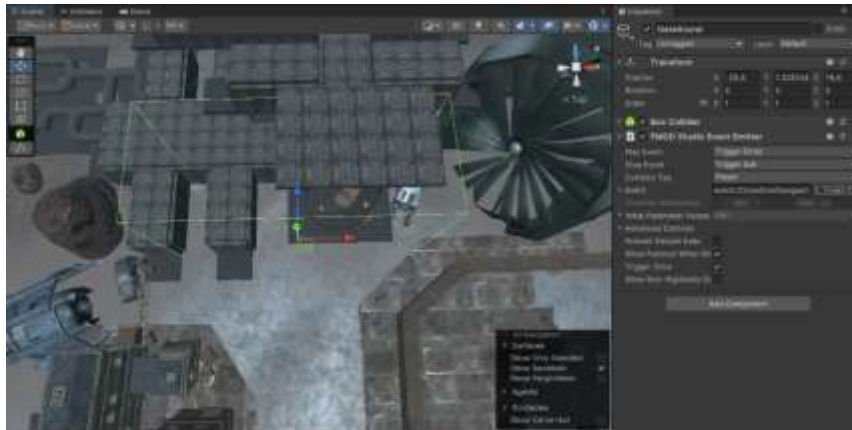
Fuente: Elaboración propia.

Por su parte el sonido del fuego de las antorchas estaba controlado por medio de triggers y el parámetro “Distance” de tal modo que al acercarse el personaje, se escucharía más el fuego, dentro de la zona de tortura.

También se añadió un evento de cierre de reja llamado “CloseDoorDungeon”, el cual, como su nombre lo dice, sonaba cuando el jugador llegara a la zona de la cárcel, tratando de escapar del monstruo, sonando una reja que no dejaría pasar al enemigo (Ver Figura 20). Esto era activado una vez por medio de trigger y funcionó para darle un efecto de cierre a la persecución.

### Figura 20

*Zona de trigger para el efecto de cierre de reja en la cárcel*



Fuente: Elaboración propia.

**Simulación De Efecto De Oclusión.** Dentro de la cárcel, se aplicó el efecto de oclusión para que se pudiera escuchar tenuemente una gotera de sangre (evento “Leak”) desde el segundo piso hasta un calabozo y cuando el personaje estuviera dentro de ese calabozo, la gotera se escuchara de manera plena (Ver Figura 21).

Esto se logra por medio de rayos o sistema “raycast”, calculando la distancia y el tipo de material que bloquea el sonido, y conociendo si este sistema se ve afectado por un reverb o algún efecto de espacio. Finalmente, se pueden ajustar volúmenes, revisar la cantidad de reverb necesaria y hasta probar diferentes modelos hasta conseguir la distancia y el espacio deseados para el efecto, teniendo en cuenta la barrera, en este caso, la pared de piedra de una de las celdas. También se debe tener en cuenta los parámetros de distancia que pueden manejarse desde Fmod y los scripts que se aplican a los objetos involucrados en el ambiente.

### Figura 21

*Efecto de oclusión con la pared para evento de gotera dentro de la celda*



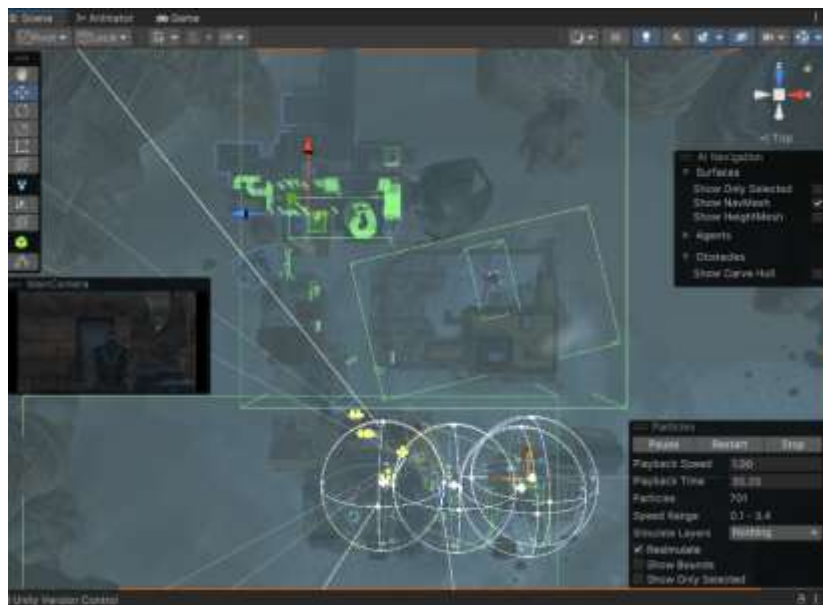
Fuente: Elaboración propia.

**Música adaptativa.** Para que la música se adapte a los diferentes momentos de la narrativa del juego, lo ideal es realizar transiciones suaves por medio de los lowends que trae Fmod y establecer bien los límites y zonas comunes de los colliders que contienen los elementos o lugares por donde va a pasar el jugador.

Luego, se deben agregar emisores de eventos que funcionen con triggers para que cambie en cuanto el personaje ingrese a esa zona. A continuación, se muestra el mapa con los colliders:

### Figura 22

*Mapa con las zonas de trigger y colliders del juego*



Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que las pistas de audio escogidas permiten hacer loop infinito hasta que el jugador cambia el entorno pasando a otra zona, dependiendo a lo que esté pasando dentro del juego. De esta manera, si el jugador está en zona de

exploración, la música y el ambiente se complementan en un entorno suave y discreto, y a penas el jugador llega a la zona del monstruo, la música se convierte en épica, más fuerte y más agresiva. Todo esto sucede hasta llegar a la cárcel (dungeon, en el mapa) en donde ocurre un silencio que será abordado en el siguiente ítem.

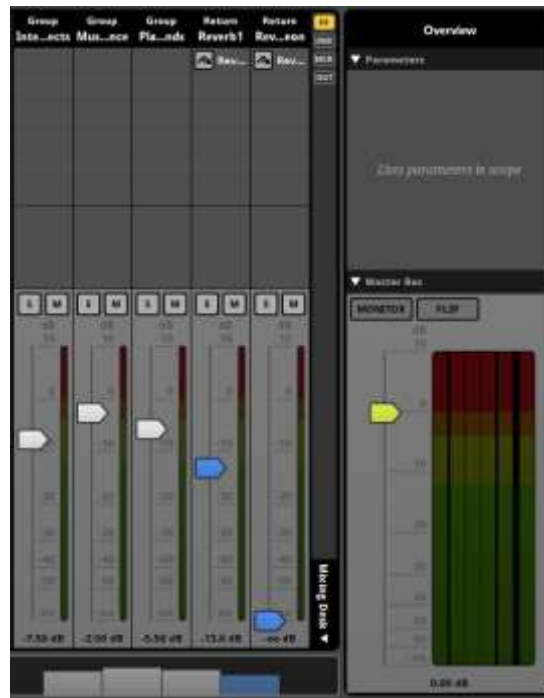
**Zona De Reverb Y Ambientes Por Medio De Snapshots.** Fmod trae por defecto una reverb que se considera natural en los ambientes. Se ajustaron algunos parámetros y fue ruteada para los diferentes grupos creados en el mezclador: objetos interactivos y sonidos de jugador, aplicada directamente al entorno, a todo el mapa, dado que la ciudad se encuentra entre montañas.

Cabe mencionar que la música, como no hace parte de la categoría de sonidos diegéticos, no se aplica, puesto que no la escucha el personaje sino quien juega el videojuego. También se creó otra reverb un poco más fuerte para lograr el efecto de eco que produce un pasillo o salón hecho de piedra, aplicado directamente a los pisos, paredes y techos de la cárcel (Ver Figura 22).

Luego, se creó un snapshot llamado “Dungeon Ambience” en el que se realiza una implementación de la reverb 2, lo que se profundizará en el siguiente apartado general, correspondiente a la última tarea.

**Figura 23**

*Configuración y ruteo de efecto Reverb 1 y 2 para la escena*



Fuente: Elaboración propia

## **Tarea 5: Mezcla Y Finalización De Un Proyecto De Sonorización De Videojuego**

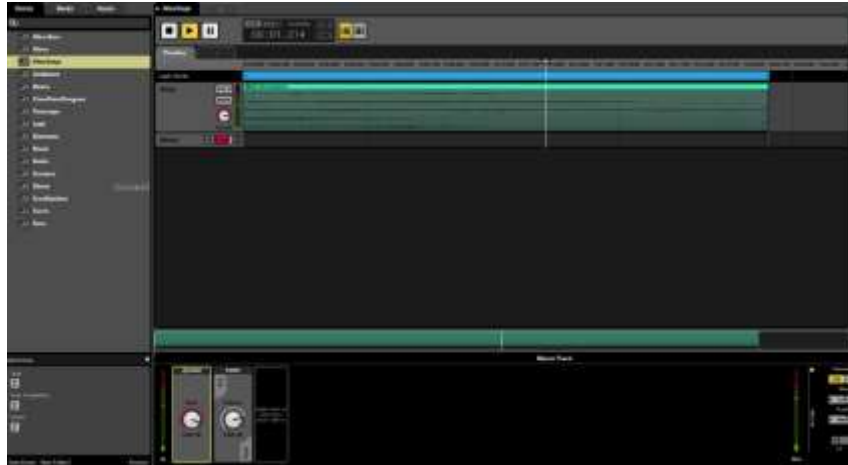
### ***Mezcla Y Optimización De Audio Del Videojuego***

En esta última actividad, la escena debe funcionar adecuadamente y con el menor número de advertencias posibles en la consola de Unity, con fluidez y sin errores de compilación en el código, con todos los sonidos implementados correctamente y con todas las herramientas dispuestas para que la inmersión sea un hecho. Para esto se trabajó con los eventos por separado y el mixer de Fmod como se describe a continuación.

**Ajustes En Los Eventos De Fmod.** En primer lugar, se revisaron los volúmenes y los efectos de los diferentes eventos, dentro de cada track y algunos posibles cambios, de acuerdo a la dinámica que lleva el juego. Por ejemplo, en el caso de los pasos del monstruo, se añadió una ganancia para que se sientan un poco más presentes (Ver Figura 23).

### Figura 24

*Ganancia agregada al track de los pasos del alien*

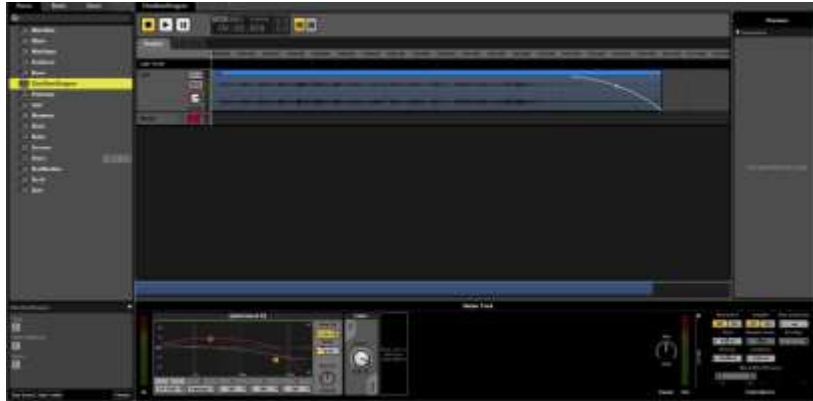


Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se aplicó un ecualizador multibanda al efecto de cerrar la reja para que se escuchara un poco más pesada, más grave y diera la sensación de que es una reja muy grande, dado el tamaño del monstruo (Ver Figura 24). Además, se ajustó el lowend y se añadió información en Unity de tal manera que sólo suene una vez (Trigger once) al ingresar el jugador a la zona de la cárcel.

## Figura 25

*Ajuste de EQ multibanda para el track de sonido de reja*



Fuente: Elaboración propia.

Se ajustaron también algunos volúmenes individuales como el de suspenso, el fuego y el grito del alien, puesto que dos de ellos estaban muy fuertes.

**Mixer De Fmod.** El mezclador facilitó la agrupación de los eventos según su categoría, como son los subgrupos en una consola de audio, como se dijo anteriormente. Sin embargo, lo realmente importante fue el poder modificar los niveles según el tipo de evento que se esté viviendo en el videojuego. De esta manera, se consideró crear un ambiente llamado “DungeonAmbience” en donde se tuvo en cuenta la narrativa para que luego de que el personaje se encontrara con el monstruo y no tuviera armas, huyera hacia la cárcel; es decir, de un momento de mucha tensión al no poder batallar con un monstruo 5 veces más grande que él, le toque escapar a una zona donde exista un silencio de la música para centrar la atención en la búsqueda de su compañero en el nuevo sitio.

Por esta razón, se sugirió ajustar la configuración de tal manera que la música desapareciera, el ambiente se hiciera un poco más fuerte, la reverberación 2 amplificara el sonido de los pasos y, en general, del jugador y la reverb1 se apagara completamente, como lo dice la Figura 24.

### Figura 26

*Cambios en la configuración del mezclador de Fmod según momento de la escena*



Fuente: Elaboración propia

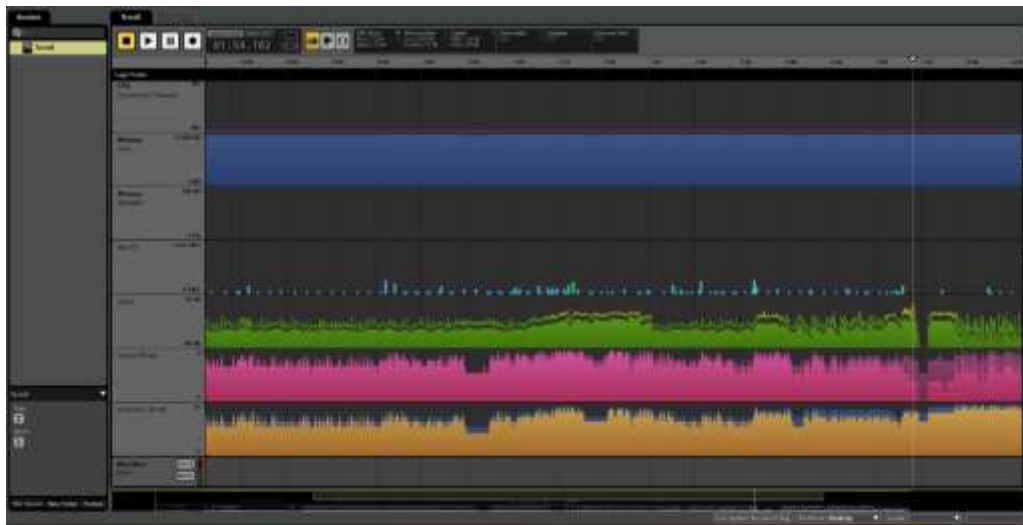
Lo anterior se programó para que el personaje, al transitar por el box collider de la entrada de la cárcel, se bajara la reja y esta sonara, para cerrar un ciclo con la música anterior y enfocar la atención en lo que encontraría en el nuevo lugar, en este caso, la gotera de sangre que caía del segundo piso en el calabozo. Esto lo haría más tensionante y misterioso porque aún el personaje no encuentra a los compañeros y todo parece indicar que están muertos.

### ***Profiler y Live Update***

Jugar consume recursos en el computador y entre más sonidos, eventos, escenas y demás elementos contenga el juego, se hará más pesado para trabajar. Como parte final de este proceso de implementación, se debe procurar optimizar dichos recursos a través de una medición con el *Fmod Profiler* (Ver Figura 26), la cual consiste en revisar todos los niveles de audio en las diferentes instancias del juego o de las diferentes escenas, con el fin de establecer una mezcla dinámica que esté dentro de los límites establecidos para un juego con riqueza en audio dinámico para los jugadores.

### **Figura 27**

*Profiler de Fmod y niveles de medición a través de Live Update*



Fuente: Elaboración propia.

De este modo, se realizó un *Live Update* en el que se ajustaron los valores de cada ítem dentro de la mezcla en tiempo real, arrojando resultados que

permitieron tomar decisiones respecto a los ajustes finales en cuanto a niveles, estructura y rendimiento. Dentro de los sonidos que estaban generando saturación se encuentran: sonido de puerta de calabozo, la cual sonaba muy fuerte al entrar al box collider (trigger); la música de exploración estaba un poco por encima de lo habitual, lo cual sumaba frecuencias en el master bus; el momento de tensión que conducía al personaje hasta la sala de tortura estaba desbalanceado con un fuerte volumen frente al nivel de la escena de los gritos. Finalmente, el grito del alien se ajustó un poco en el nivel de reproducción para no saturar. Los resultados y la escena desarrollada como tal son consignados ambos en un video, correspondiente a la última actividad del período académico y que se puede revisar a partir del siguiente enlace:

**<https://www.dropbox.com/scl/fo/u6ooci6erkpnyl2q5ea1q/h?rlkey=5173qvqj99d9qm2tdf1okvjt5&dl=0>**

## Conclusiones

Se logró una comprensión detallada de los elementos de audio en tecnologías de videojuegos de períodos pasados, con un enfoque específico en el audio dinámico. Esto proporciona una base sólida para la implementación de técnicas actuales en el contexto de la ciencia ficción.

Mediante el uso de eventos, bancos de sonidos y otros elementos, se logró construir un ambiente sonoro dinámico capaz de sonorizar de manera efectiva una escena de videojuego. Esta fase es crucial para la inmersión del jugador y la creación de una experiencia envolvente.

Se desarrolló un modelo de implementación de audio dinámico que demuestra consideración por la adaptabilidad a diversos géneros de videojuegos, como acción y ciencia ficción, así como a diferentes plataformas. Esto asegura una experiencia consistente y atractiva para el usuario, independientemente de las preferencias de juego.

La optimización de efectos y ambientes en la escena del videojuego, mediante el ajuste cuidadoso de parámetros en el mezclador, resalta el compromiso con la calidad global de la experiencia. Esto contribuye significativamente a la cohesión y la inmersión del jugador.

## Referencias Bibliográficas

Sony Computer Entertainment (1999) *Crash Team Racing Instruction Booklet*.

[https://archive.org/details/Crash\\_Team\\_Racing\\_1999\\_Sony\\_US\\_SCUS-94426/page/n11/mode/2up](https://archive.org/details/Crash_Team_Racing_1999_Sony_US_SCUS-94426/page/n11/mode/2up)

AllGame (2014) *CTR: Crash Team Racing REVIEW para All Media Network*.

<https://web.archive.org/web/20141114210059/http://www.allgame.com/game.php?id=20305&tab=review>

Eraso, C. (2022). *Audio dinámico en los videojuegos*.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/53360>

Moreno, R. (2021) *FMOD Evento dinámico ambiente.:*

[https://www.youtube.com/watch?v=sk\\_hJHbZWnY](https://www.youtube.com/watch?v=sk_hJHbZWnY)

El sonidista fantasma (2019) 04. *FMOD – Logic Tracks: La lógica del timeline*.

[https://youtu.be/HMI-9QtQ3cs?si=Zs0qxSxcdJW\\_Q1N8](https://youtu.be/HMI-9QtQ3cs?si=Zs0qxSxcdJW_Q1N8)

El sonidista fantasma (2019) 13. *FMOD – Exportar proyecto*.

<https://www.youtube.com/watch?v=3tMp5LY2AM8>

Dave / GameDevelopment (2022) *THIRD PERSON MOVEMENT in 11 MINUTES - Unity*

*Tutorial.* <https://www.youtube.com/watch?v=UCwwn2q4Vys>

El sonidista fantasma (2019) 04. *FMOD con Unity – Emisor de eventos*.

[https://www.youtube.com/watch?v=wq6IV\\_KDwsQ&t=2048s&pp=ygUNMDQgZm1vZCB1bml0eQ%3D%3D](https://www.youtube.com/watch?v=wq6IV_KDwsQ&t=2048s&pp=ygUNMDQgZm1vZCB1bml0eQ%3D%3D)

KOPDesarrollo (2022) *Cómo colocar un objeto sobre el suelo en Unity.*

<https://www.youtube.com/watch?v=so8kOUpS0q0&t=63s&pp=ygUXYWp1c3RhciBhbHR1cmEgdW5pdHkgM2Q%3D>

Fama, A. (2023) *Implementing footsteps with fmod in unity.:*

<https://alessandrofama.com/tutorials/fmod/unity/footsteps>

Scott Game Sounds (2017) *Fmod & Unity: Creating Audio Occlusion.*

<https://www.youtube.com/watch?v=gTMP5Bxd3X0>

Zepelling games (2019) *Editar animaciones de solo lectura en Unity.*

<https://www.youtube.com/watch?v=HPq3F4kaDZ8&pp=uqMICgJlcxABGAHKBShtb2RpZmljYXlqYW5pbWFjaW9uZXMgc29sbyBsZWN0dXJhIHVuaXR5>

JoexScript (2021) Unity 3D – *Enemigo básico (rutinas y comportamiento).*

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_5pxcUykXcA&t=99s&pp=ygUUZW5lbXkgQUkgZW4gdW5pdHkgM2Q%3D](https://www.youtube.com/watch?v=_5pxcUykXcA&t=99s&pp=ygUUZW5lbXkgQUkgZW4gdW5pdHkgM2Q%3D)

El sonidista fantasma (2019) 14. *FMOD con Unity – Programando snapshots parte 1.*

[https://youtu.be/6awMgRL\\_fjA?si=1x3r70sEfGXqD949](https://youtu.be/6awMgRL_fjA?si=1x3r70sEfGXqD949)

El sonidista fantasma (2019) 9. *FMOD con Unity – Disparador de parámetros.*

<https://youtu.be/ks8uB2oD448?si=0QBDjErN9UWIGmd6>