

**PULSANDO PLAY:
LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN EL SONIDO Y LA MÚSICA DE
VIDEOJUEGOS**

Alumno: Navea, Misael

Profesora guía: Díaz Inostroza, Patricia

Tesis Para Optar Al Grado de Licenciado En Producción Musical

Tesis Para Optar Al Título De Productor Musical

Santiago, 2024

INTRODUCCIÓN

La música de videojuegos ha evolucionado significativamente, pasando de simples sonidos a complejas composiciones que enriquecen la experiencia de juego. Este desarrollo se debe tanto a la creatividad de los compositores como a los avances tecnológicos, que han transformado la música en videojuegos en un elemento fundamental y una influencia en la cultura popular.

Esta investigación examina cómo la tecnología ha moldeado la música en videojuegos y su impacto en el jugador. Se exploran tres aspectos principales, la evolución de las herramientas tecnológicas de audio, las estrategias creativas de los compositores para adaptarse a las limitaciones y finalmente, el impacto de estos avances en la experiencia de juego. El objetivo es analizar los cambios tecnológicos clave que han permitido a los compositores superar restricciones y expandir sus posibilidades creativas.

Este estudio documenta la evolución de la música en videojuegos y ofrece una base para futuras investigaciones en este campo. Comprender este proceso permite valorar cómo la tecnología ha potenciado la creatividad musical en los videojuegos, asentándolo como un fenómeno cultural influyente.

TABLA DE CONTENIDOS

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 PROBLEMATIZACIÓN	5
1.2 ESTADO DEL ARTE	8
1.3 JUSTIFICACIÓN	14
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	15
1.5 OBJETIVOS	16
II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	17
2.1 EL VIDEOJUEGO	17
2.2 LA TECNOLOGÍA	25
2.3 LA MÚSICA PARA IMAGEN	26
2.4 CONCEPTOS FUNDAMENTALES	29
2.4.1 BIT.....	29
2.4.2 Formas de ondas	30
2.4.2.1 La onda senoidal	31
2.4.2.2. La onda dientes de sierra.....	32
2.4.2.3 La onda cuadrada	33
2.4.2.4 La onda triangular	33
2.4.2.5 Ruido blanco	34
2.4.3 PROGRAMMABLE SOUND GENERATORS PSG	35
2.4.4 FREQUENCY MODULATION FM	35
2.4.5 PULSE CODE MODULATION PCM	35
2.4.6 MUSICAL INSTRUMENTS DIGITAL INTERFACE MIDI	36

2.4.7 Audio 3D.....	37
2.4.7.1 Audio Binaural.....	37
2.4.7.2 Dolby Atmos.....	38
III. MARCO METODOLÓGICO.....	39
IV. DESARROLLO Y ANÁLISIS	39
CAPÍTULO I: ARCADE PONG	40
CAPÍTULO II: ARCADE SPACE INVADERS.....	43
CAPÍTULO III: SUPER MARIO BROS.....	47
CAPÍTULO IV: SONIC THE HEDGEHOG.....	57
CAPÍTULO V: DONKEY KONG COUNTRY	65
CAPÍTULO VI: DOOM	75
CAPÍTULO VII: TONY HAWK'S PRO SKATER.....	84
CAPÍTULO VIII: SHADOW OF THE COLOSSUS.....	91
CAPÍTULO IX: JOURNEY.....	103
CAPÍTULO X: APE OUT	111
CAPÍTULO XI: THE LAST OF US PART II.....	122
CAPÍTULO XII: MARVEL'S SPIDER-MAN 2	131
CONCLUSIONES.....	137
REFERENCIAS.....	141
REFERENCIAS DE FIGURAS	147

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Problematicación

La música de videojuegos, a lo largo de las décadas, ha evolucionado desde sonidos simples hasta composiciones orquestales complejas e inmersivas¹. Esta evolución no solo ha sido impulsada por la creatividad de los compositores, sino también por los avances tecnológicos que han transformado la manera en que se crea, se produce y se experimenta la música en los videojuegos.

Cómo los cambios tecnológicos han moldeado la evolución de la música de videojuegos y cómo esta evolución ha impactado en la experiencia del jugador y en la cultura popular en general. En torno a tres temas principales, la evolución tecnológica en la música de videojuegos, las estrategias creativas de los compositores para el uso de estas tecnologías y el impacto de estas tecnologías en la experiencia del jugador. Estos temas nos permitirán explorar cómo la tecnología ha influido en la calidad, la creatividad y la percepción de la música de videojuegos, desde sus inicios hasta la actualidad.

Se busca analizar los principales cambios tecnológicos que han impactado la música de videojuegos, desde la aparición de los primeros chips de sonido hasta las tecnologías de audio en 3D y la música procedural². Luego se hablará de las limitaciones tecnológicas que los compositores han enfrentado a lo largo del tiempo y las estrategias que han empleado para superarlas, destacando cómo estas limitaciones han influido en la calidad y la creatividad de la música de videojuegos, y cómo estas tecnologías tuvieron como consecuencia la música inmersiva.

¹ Inmersivo: se refiere a algo que envuelve al usuario completamente, haciendo que se sienta parte de una experiencia o entorno, como si estuviera realmente dentro de él.

² Procedural: Algo se genera o crea en tiempo real siguiendo reglas o pasos definidos, en lugar de estar completamente diseñado de antemano.

El primer videojuego *OXO*, fue programado en la Electronic Delay Storage Automatic Calculator (EDSAC) por Alexander S. Douglas en 1952. Se trató de una gran computadora del tamaño de una habitación, que fue creada en el laboratorio de la Universidad de Cambridge, con ciertas limitaciones del dispositivo. El juego era sólo visible desde tres pequeñas pantallas de tubos catódicos, y los jugadores interactuaban con el juego a través de un dial de teléfono giratorio, y se jugaba contra la máquina. Este primer dispositivo electrónico carecía de sonido. (Velasco, 2011) y (Gombau, 2018).

Fue el ingeniero electrónico e informático Allan Alcorn en 1972 quien creó y programó *Pong*, uno de los primeros videojuegos con sonido para la firma Atari. Este videojuego estuvo bajo la dirección del ingeniero Nolan Bushnell. (Bailey y Barbato, 2007).

Unos años más tarde en 1975, al ver la importancia del sonido en los videojuegos crea *Gun Fight*, Este juego se destacó por ser el primer videojuego en utilizar un microprocesador, específicamente el Intel 8080, para manejar su lógica de juego. Sin embargo, para el sonido, utilizó circuitos analógicos, el sonido se generaba mediante circuitos de sonido discreto. Esto significa que se utilizaban componentes electrónicos individuales como resistencias, condensadores y transistores para crear los efectos de sonido. Estos circuitos discretos producían efectos de sonido básicos, como disparos y explosiones, y también una pequeña versión de Sonata No. 2 in B flat minor de Frederic Chopin cada vez que un jugador moría. Por esto se considera el primer videojuego en tener una melodía (Kent, 2016) y (Alt, 2023).

Space Invaders de Taito fue el primer videojuego en tener dos canales independientes de sonido, por lo que podía tener dos sonidos simultáneos, por lo que se podía tener en un canal los efectos de sonido y en el otro una melodía, a diferencia de *Gun Fight* que reproducía un efecto de sonido y después la música. (Canal Music Radar Clan, 2021, 2m05s).

En estos momentos aún no había compositores en la música de videojuegos ya que era creada por los mismos desarrolladores y/o programadores, hasta la llegada de unos de los eventos más importantes de este medio, la aparición del compositor japonés Koji Kondo, el primer compositor de una banda sonora de videojuegos, específicamente de *Super Mario Bros* en 1985.

Considerando lo anteriormente expuesto, la incorporación de la música en los videojuegos ha cobrado tal importancia que hoy en día se considera prácticamente un género musical propio y una industria en expansión, caracterizada por tecnologías cada vez más complejas. Desde los simples tonos de los primeros videojuegos de arcade hasta las complejas bandas sonoras orquestales de los juegos modernos, la música de videojuegos ha evolucionado de manera significativa. Esta evolución no solo ha mejorado la calidad y diversidad de las composiciones musicales, sino que también ha transformado la manera en que los jugadores experimentan y se relacionan con los juegos.

La tecnología ha jugado un papel crucial en esta evolución, desde el desarrollo de nuevos hardware y software para la creación musical hasta la implementación de formatos de audio más avanzados y sistemas interactivos que responden dinámicamente a las acciones del jugador. Estas innovaciones tecnológicas han abierto nuevas posibilidades creativas para los compositores, permitiéndoles experimentar con técnicas y estilos que antes eran impensables en el contexto de los videojuegos.

Sin embargo, esta evolución también plantea varios interrogantes. ¿En qué medida las tecnologías y su evolución han ampliado las posibilidades creativas de los compositores de música de videojuegos? ¿Cómo han influido estos avances en la capacidad de los compositores para crear experiencias auditivas más inmersivas y emocionantes? ¿Qué desafíos y

oportunidades han surgido con la implementación de nuevas tecnologías en la creación musical de videojuegos?

Explorar estas preguntas es fundamental para entender no solo la historia y el desarrollo de la música de videojuegos, sino también su futuro. La respuesta a estas preguntas puede ofrecer valiosas perspectivas sobre cómo las innovaciones tecnológicas continúan moldeando la industria de la música de videojuegos y su impacto en la creatividad de los compositores. Además, esta investigación puede proporcionar una comprensión más profunda de cómo la música de videojuegos ha llegado a ser una parte integral de la cultura contemporánea, influenciando a generaciones de jugadores y músicos por igual.

1.2 Estado del arte

Luego de indagar sobre estudios relacionados con el videojuego, se han seleccionado seis textos que analizan este dispositivo electrónico de entretenimiento que es el videojuego, el primero de ellos que explicaremos es el:

“Young, D. (2012). Adaptive game music: The evolution and future of dynamic music systems in video games” Explora la evolución y el futuro de la música adaptativa³ en los videojuegos. La música adaptativa, también conocida como música dinámica, ha sido parte del desarrollo de los videojuegos desde sus inicios. Esta técnica se caracteriza por ajustar la música en tiempo real según las acciones y el estado del jugador, proporcionando una experiencia inmersiva y personalizada. A lo largo de los años, la música adaptativa ha evolucionado desde simples cambios en la música de fondo hasta complejos sistemas generativos que pueden crear

³ Adaptativo: describe algo que cambia o se ajusta según el entorno o las condiciones para funcionar mejor en diferentes situaciones.

música en tiempo real basada en algoritmos⁴. Los enfoques compositivos principales incluyen la re-orquestación vertical, donde los elementos musicales se introducen o eliminan en tiempo real, y la re-secuenciación horizontal, donde la música cambia entre diferentes secciones de manera fluida según el contexto del juego. También analiza los desafíos y las oportunidades futuras para la música adaptativa. La implementación de estos sistemas es compleja, debido a la naturaleza no lineal de los videojuegos. Sin embargo, la tecnología ha avanzado hasta el punto donde los sistemas generativos pueden producir música que suena auténtica y ocupa poco espacio de almacenamiento. Se espera que la música generativa y los sistemas adaptativos jueguen un papel cada vez más importante a medida que la tecnología continúa avanzando, especialmente con la llegada de la realidad aumentada y virtual. Además, hay un potencial creciente para que los conceptos de música adaptativa se extiendan más allá de los videojuegos hacia otras formas de entretenimiento interactivo.

Por su parte:

“Terré, I. y Zampa, G. (2020). El sonido y la música en los videojuegos de la década de 2010” Explora la evolución del sonido y la música en los videojuegos durante la década de 2010, destacando su desarrollo histórico y su impacto en la experiencia del jugador. En el primer capítulo, se ofrece una reseña histórica de cómo la música y el sonido se han integrado en los videojuegos desde sus inicios sin sonido hasta la complejidad de las bandas sonoras actuales. Se menciona la importancia de las consolas y la tecnología en esta evolución. Luego, se analizan los nuevos paradigmas de la música diegética y extradiegética, es decir, la música que forma parte del mundo del juego y la que se encuentra en el fondo, respectivamente. La música

⁴ Algoritmo: Un algoritmo es un conjunto de pasos detallados y organizados que se siguen para resolver un problema o completar una tarea específica. Cada paso está diseñado para ejecutarse en un orden particular, logrando un resultado final de manera eficiente y lógica.

extradiegetica ha experimentado transformaciones significativas, especialmente con música procedural que reacciona dinámicamente a las acciones del jugador, por la característica no lineal del medio, como en el juego *Ape Out*, y cómo influyen en la experiencia del jugador. También aborda la simulación musical de juegos rítmico y musicales, y como estos se relacionan con la lectura y performance musical, con enfoque en la interacción del sonido y la música considerando la perspectiva del jugador y la diseñada por los desarrolladores, señalando cómo algunos juegos dependen completamente del ritmo para su jugabilidad, como *Crypt of the Necrodancer*. La simulación musical es otro tema clave, destacando juegos como *Rock Band* que buscan imitar la experiencia de tocar instrumentos reales. Finalmente, se presenta *Blind Legend*, un juego único que utiliza el sonido como su principal medio de narración, eliminando el componente visual para ofrecer una experiencia auditiva inmersiva. Este juego ejemplifica cómo los avances tecnológicos en sonido pueden crear nuevas formas de interacción y narración en los videojuegos.

En cambio, la siguiente tesis postula:

“Nuñez, V. (2021). El rol de la música incidental y el sound design en los videojuegos modernos (1996-2019)” Usando al videojuego *Resident Evil 7* como estudio de caso, hace un análisis que se divide en la música incidental y el diseño sonido, destacando que la línea que separa música y efecto de sonido es cada vez más tenue. La primera parte se centra en la música incidental, su rol en los videojuegos como medios audiovisuales no-lineales e interactivos, y un análisis musical de las bandas sonoras de dos juegos de la saga *Resident Evil*, su primera entrega con su séptima entrega con más de quince años de diferencia, mostrando la evolución del rol de la música en los videojuegos. La segunda parte del estudio examina la complejidad del sound design, su interacción con la música y cómo esta combinación favorece al medio interactivo del

videojuego. La tercera parte se enfoca en la relación entre la implementación sonora, la composición musical y el diseño sonoro. El objetivo del trabajo es contribuir al estudio y comprensión del sonido en los videojuegos y su relación con características fundamentales como la interactividad y la no-linealidad. Se muestra cómo la música y el diseño sonoro en los videojuegos actuales no solo acompañan la narrativa, sino que también mejoran la inmersión y la experiencia del jugador, diferenciándose de otros medios audiovisuales lineales como el cine. A través de un enfoque más cinematográfico y la interactividad propia de los videojuegos, se logra generar en el jugador una conexión y empatía con los personajes, minimizando la diferencia entre espectador y protagonista.

Por su parte:

“Garzón, J. (2022). El final fantasy VII de antes y el de ahora: Un análisis contextual y comparativo” Da un análisis de la banda sonora de *Final Fantasy VII*, comparando la versión original de 1997 con su remake de 2020, explorando la evolución tecnológica del audio en videojuegos y la historia su música, destacando la contribución del compositor Nobuo Uematsu. Se presenta una sinopsis de cada personaje principal del juego original, analizando sus temas musicales o leitmotiv y su impacto narrativo. Luego, se comparan estos elementos con los de la versión remake, evaluando los cambios y la continuidad en la representación musical de los personajes. Y la evolución compositiva de Nobuo Uematsu, el autor destaca que los temas musicales de cada personaje mantienen una personalidad única y narra sus historias a través de melodías sencillas pero efectivas. La versión remake se distingue por una mejor calidad de sonido y una mayor interconexión entre los temas musicales, aunque también se observan omisiones significativas y la pérdida de la esencia original, por cambios en los leitmotiv en algunos casos. Se resalta la expansión de la banda sonora en el remake, que introduce nuevos

temas, la sobre complejidad en la nueva música y extiende la historia de personajes secundarios. A pesar de estas mejoras tecnológicas, se señala que algunas nuevas composiciones no siguen el estilo original de Uematsu, lo que genera una experiencia diferente para los jugadores, perdiendo su esencia original.

por otro lado:

“El Akkad Azdad, Y. (2022). Creación de la banda sonora de un videojuego” La creación de la banda sonora de un videojuego implica un proceso meticuloso y técnico que ha evolucionado de manera simultánea con los avances tecnológicos en esta industria del entretenimiento. La música en los videojuegos ha adquirido un papel fundamental, desde los primeros sonidos simples y repetitivos de juegos clásicos como *Pong* y *Pac-man* hasta las sofisticadas composiciones de juegos contemporáneos. Este documento Explica cómo el compositor debe dominar habilidades especializadas únicas para crear una música que se adapte dinámicamente a las acciones del jugador, aumentando así la inmersión en el juego. El proceso de producción musical requiere una planificación cuidadosa, con el uso de cronogramas como diagramas de Gantt y la consideración de la viabilidad técnica son elementos cruciales para garantizar que la música no solo acompañe, sino que también enriquezca la experiencia del jugador. El objetivo del proyecto se enfoca en la creación de una composición de un tema musical que formará parte de la banda sonora de un videojuego específico, integrando tanto las especificaciones de los desarrolladores como la creatividad del compositor. Se enfatiza en la importancia de la tecnología y el acceso a equipos adecuados, así como en la tendencia de revivir estilos musicales retro como el chiptune, que apela a la nostalgia de los jugadores. Este estilo se basa en la emulación de sonidos de máquinas antiguas, creando una conexión emocional con los usuarios veteranos y atrayendo a los nuevos. La metodología del proyecto incluye la

preproducción, producción y postproducción, cada una con etapas definidas que permiten una gestión eficiente del tiempo y los recursos, destacando la importancia de una buena sonorización en la satisfacción de las expectativas de los jugadores.

De manera similar, la siguiente tesis examina:

“Pérez N. y Valdivieso J. (2023). El uso de técnicas de composición musical para bandas sonoras de videojuegos de aventura (1985-2022)” Hace un análisis más teórico sobre la evolución de la música de videojuegos, el desarrollo de las bandas sonoras en los videojuegos de aventura ha evolucionado significativamente, impulsado por los avances tecnológicos en las videoconsolas. Estos avances abarcaron mejoras en tecnología de audio, gráficos y almacenamiento, lo que permitió a los compositores de música para videojuegos crear piezas más complejas y envolventes, recalcando como las limitaciones tecnológicas iniciales llevaron a los compositores a innovar con técnicas contrapuntísticas y el uso del software para superar las limitaciones y restricciones de las consolas. Entre 1985 y 1992, se utilizaron principalmente sonidos chiptune y formas de ondas básicas debido a las capacidades limitadas de los chips de sonido. Sin embargo, a partir de 1993, se comenzaron a incorporar orquestas. A medida que los videojuegos de aventura adoptaron narrativas no lineales, surgió la necesidad de desarrollar música interactiva que se adaptara a las decisiones del jugador, mejorando la inmersión en el juego. Las técnicas de composición se fueron adaptando para integrar recursos académicos y vanguardistas, como la combinación de instrumentos acústicos, eléctricos, sintetizados y combinaciones híbridas, ampliando la gama sonora y la adaptación de géneros estilísticos en formatos de orquesta impactando directamente a la inmersión y experiencia del jugador. Con el progreso tecnológico, los compositores enfrentaron nuevos desafíos que los llevaron a incorporar técnicas del film scoring para satisfacer las necesidades narrativas complejas de los videojuegos

de aventura. Esto incluyó el uso de armonía atonal y modal para generar una mayor gama de emociones en los jugadores, y la creación de música que apoyara la narrativa del juego de manera dinámica y adaptable. Ejemplos de esto se observan en juegos como *Pokémon Red* y *Silent Hill II*, donde la música no solo acompaña la acción, sino que también influye en la percepción y reacción del jugador. En resumen, la evolución de las técnicas de composición musical en los videojuegos de aventura refleja un constante esfuerzo por mejorar la inmersión del jugador y adaptarse a las crecientes capacidades tecnológicas de las consolas.

1.3 Justificación

La transición desde las limitaciones tecnológicas del pasado hacia las avanzadas capacidades actuales no ha sido un proceso simple, y entender esta trayectoria es crucial para apreciar plenamente el estado actual y el potencial futuro de la música de videojuegos. Esta investigación pretende documentar y analizar el pasado, y también ofrecer una comprensión profunda de cómo la evolución tecnológica ha moldeado y seguirá moldeando la música de videojuegos. Al hacerlo, esperamos proporcionar una base sólida y práctica para futuras investigaciones de este dinámico campo.

1.4 Preguntas de investigación

Principal

- ¿Cuáles son los principales cambios tecnológicos que han impactado a la música de videojuegos desde sus inicios hasta la actualidad?

Preguntas secundarias

- ¿Cómo funcionaban las primeras tecnologías de los videojuegos y cómo eran empleadas por los compositores?
- ¿Cuáles fueron las limitaciones tecnológicas que debieron enfrentar los compositores, para alcanzar las exigencias o demandas de la industria?
- ¿Cuáles son las nuevas tecnologías que expanden las posibilidades creativas de los compositores de música de videojuegos?
- ¿Quiénes fueron los primeros compositores en la historia del videojuego?

1.5 Objetivos

Objetivo General

- Identificar cuáles fueron los principales cambios tecnológicos que han impactado a la música de videojuegos desde sus inicios hasta la actualidad

Objetivos Específicos

- Exponer cómo funcionaban las primeras tecnologías de los videojuegos y cómo eran empleadas por los compositores.
- Identificar cuáles fueron las limitaciones tecnológicas que debieron enfrentar los compositores, para alcanzar las exigencias o demandas de la industria.
- Identificar cuáles son las nuevas tecnologías que expanden las posibilidades creativas de los compositores de música de videojuegos.
- Determinar quiénes fueron los primeros compositores en la historia del videojuego

II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 El videojuego

Kent, S. (2016) La gran historia de los videojuegos

“La Gran Historia de los Videojuegos” de Steven Kent es una obra exhaustiva que documenta la evolución de los videojuegos desde sus inicios hasta su consolidación como una industria multimillonaria a nivel global. Kent ofrece un recorrido detallado y cronológico por los hitos más significativos, las innovaciones tecnológicas más influyentes, y las personalidades clave que han moldeado el mundo de los videojuegos. (Kent, 2016).

Los primeros días

Kent comienza con los orígenes de los videojuegos, remontándose a los años 50 y 60, cuando las primeras máquinas y experimentos. William Higinbotham creó *Tennis for Two* en 1958, un juego sencillo de tenis que se considera por algunos uno de los primeros videojuegos. Luego, en 1961, Steve Russell y sus compañeros del MIT desarrollaron *Spacewar!*, un juego de combate espacial que se convirtió en un hito fundamental para la industria que sentaron las bases para el desarrollo futuro. Se enfatiza cómo estos primeros esfuerzos fueron más experimentales que comerciales con un enfoque en la innovación técnica y científica. Kent enfatiza cómo estos pioneros sentaron las bases para el desarrollo futuro, explorando nuevas posibilidades y empujando los límites de la tecnología de su época. (Kent, 2016).

La era de los arcades

El libro describe la explosión de los videojuegos arcade en los años 70. Nolan Bushnell, considerado uno de los padres de la industria, creó *Computer Space* en 1971, la primera máquina recreativa de videojuegos. Posteriormente, fundó Atari y lanzó *Pong* en 1972, un juego de tenis de mesa que se convirtió en un éxito instantáneo y ayudó a popularizar las máquinas recreativas,

que se convierte en un éxito instantáneo y populariza las máquinas recreativas y el impacto de juegos como *Space Invaders* (1978) y *Pac-Man* (1980) no solo capturaron la atención del público, sino que también exploró cómo estos juegos no solo popularizaron los videojuegos sino que también establecieron muchos de los géneros y mecánicas básicas que aún se utilizan hoy. Estos juegos sentaron las bases para la estructura y el diseño de los videojuegos modernos, con sus conceptos innovadores y su jugabilidad adictiva. (Kent, 2016).

La crisis de los videojuego y su resurgimiento

En 1983, la industria de los videojuegos enfrentó una severa crisis, Nolan Bushnell vende en 1976 Atari a Warner Communications por 28 millones de dólares. Warner al pensar que al comprar Atari ganaría millones, que así fue al principio “Warner Communications había obtenido enormes beneficios como propietaria de Atari” (Kent, 2016, p. 278), se comenzó a producir juegos sin importarles la calidad solo la rapidez de la producción, pensando que eran solo juguetes, pero la saturación del mercado con juegos de baja calidad y la competencia feroz llevaron a una significativa caída en las ventas y al colapso de varias empresas, pero la acción que desencadenó la crisis de 1983 fue el juego *E.T.*

“El desarrollo de *E.T.*, un juego basado en una película muy taquillera de Steven Spielberg, agravó los problemas de la compañía. Muchos analistas culparon a Kassar de aquel desastre, pero todo empezó con Steven Ross, el presidente de Warner Communications.” (Kent, 2016, p. 312).

Debido a la saturación del mercado y la calidad variable de los juegos, lo que lleva a una significativa caída en las ventas y el colapso de varias empresas. Pero en 1984 Nintendo lanza la Famicom en Japón, y en 1985 hace una prueba comercial de Famicom, con el nombre Nintendo Entertainment System (NES), en Nueva York y es un éxito, Nintendo no solo rescató a la

industria del borde de la ruina, sino que también estableció nuevos estándares de calidad y creatividad. Kent examina cómo Nintendo, con su enfoque en la calidad de los juegos y la innovación, logró restablecer la confianza de los consumidores y revitalizar el mercado de consolas domésticas. (Kent, 2016).

La guerra de las consolas

La industria de los videojuegos vivió intensas batallas entre las principales compañías de consolas. Nintendo y Sega protagonizaron la primera gran rivalidad, con la Sega Genesis compitiendo ferozmente contra el Super Nintendo Entertainment System (SNES). Más tarde, Sony se unió a la contienda con su PlayStation, lanzada en 1994, que rápidamente se convirtió en un éxito debido a su poderosa tecnología y extensa biblioteca de juegos. Kent ofrece una visión detallada de las estrategias empresariales, las campañas de marketing y los avances tecnológicos que definieron esta era. También explora los efectos de estas rivalidades en los consumidores y el mercado global, analizando cómo la competencia impulsó la innovación y mejoró la calidad de los juegos y las consolas. (Kent, 2016).

La evolución de los Juegos y la tecnología

Uno de los aspectos más destacados del libro es cómo Kent traza la evolución tecnológica que ha permitido la sofisticación actual de los videojuegos. Desde los gráficos en 2D simples de los primeros juegos hasta los complejos mundos en 3D de hoy, la industria ha avanzado a pasos agigantados. Kent examina los avances en hardware y software, incluyendo el desarrollo de procesadores gráficos, la inteligencia artificial y las herramientas de desarrollo de software que han hecho posible esta transformación. También discute cómo estos avances han permitido la creación de experiencias de juego más inmersivas y realistas, elevando el arte y la narrativa de los videojuegos a nuevos niveles. (Kent, 2016).

Los videojuegos en la cultura popular

Kent también explora el impacto cultural de los videojuegos. A medida que los videojuegos se han convertido en una forma dominante de entretenimiento, han influido en otros medios como el cine y la música. La intersección de los videojuegos con la cultura popular ha llevado a la creación de películas basadas en juegos, bandas sonoras influyentes y una creciente aceptación de los videojuegos como una forma legítima de arte. Además, Kent discute el papel de los videojuegos en la formación de comunidades en línea y la creciente popularidad de los eSports, que han cimentado el lugar de los videojuegos en la cultura contemporánea. Los torneos de eSports, las convenciones de videojuegos y la interacción social en línea han creado una cultura rica y diversa que celebra el juego y la creatividad. (Kent, 2016).

El futuro de los videojuegos

En su conclusión, Kent especula sobre el futuro de los videojuegos, considerando las tendencias actuales como la realidad virtual, los juegos móviles y el desarrollo de experiencias de juego más inmersivas y conectadas. Kent plantea cómo la industria continuará evolucionando con avances tecnológicos que prometen revolucionar el mundo de los videojuegos una vez más. La realidad aumentada, la inteligencia artificial avanzada y las tecnologías de transmisión en la nube están listas para transformar la forma en que jugamos y experimentamos los videojuegos. Kent también reflexiona sobre el potencial de los videojuegos para educar, inspirar y conectar a las personas de maneras nuevas y emocionantes. (Kent, 2016).

Collins, K. (2008) Game Sound: An introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design

El libro “Game Sound: An Introduction to the History, Theory, and Practice of Video Game Music and Sound Design” de Karen Collins es una exploración profunda y detallada de la música y el diseño de sonido en los videojuegos. Se centra en la evolución histórica, teórica y práctica del sonido en los juegos, desde sus primeros días hasta las tecnologías y prácticas actuales. Collins ofrece una visión completa y matizada del desarrollo del sonido en los videojuegos, destacando cómo la tecnología y las prácticas de diseño han cambiado a lo largo del tiempo y cómo estos cambios han influido en la experiencia del jugador. La autora no solo aborda los aspectos técnicos y creativos del sonido en los videojuegos, sino que también examina su impacto cultural y emocional en los jugadores. (Collins, 2008).

Historia del sonido en los videojuegos

Collins comienza con una visión general de la historia del sonido en los videojuegos, destacando los primeros desarrollos en el sonido de los juegos Arcade y de consolas. A lo largo de los años 70 y 80, el sonido en los videojuegos era muy limitado debido a las restricciones tecnológicas. Sin embargo, con el tiempo, la tecnología de sonido ha avanzado significativamente, permitiendo una mayor complejidad y calidad en los efectos de sonido y la música. La autora detalla cómo el uso del sonido ha pasado de simples pitidos y tonos a composiciones musicales completas y efectos de sonido envolventes. Examina cómo los avances en hardware, como los chips de sonido dedicados, han permitido a los diseñadores de juegos crear paisajes sonoros más ricos y variados. La autora explora cómo los primeros juegos como *Pong* y *Space Invaders* utilizaban sonidos básicos y repetitivos para indicar acciones y eventos en el juego. A medida que la tecnología avanzó, juegos como *Super Mario Bros* y *The Legend of*

Zelda comenzaron a incorporar bandas sonoras más complejas. Collins también discute cómo las consolas como la Nintendo Entertainment System (NES) y la Sega Genesis impulsaron la evolución del sonido en los videojuegos al ofrecer capacidades de audio más avanzadas, lo que permitió a los compositores crear música más rica y detallada. (Collins, 2008).

Teoría del diseño de sonido

En el ámbito teórico, Collins examina cómo el sonido en los videojuegos afecta la percepción y la experiencia del jugador. El sonido no solo complementa la imagen visual, sino que también juega un papel crucial en la inmersión del jugador en el mundo del juego. La autora explora conceptos como la diégesis, sonido que es parte del mundo del juego y la extradiégesis, sonido que no pertenece al mundo del juego, y discutiendo cómo la diégesis y la extradiégesis pueden ser utilizadas de manera efectiva para crear una experiencia de juego coherente y envolvente, y cómo estos elementos contribuyen a la narrativa y la jugabilidad. Además, Collins se adentra en las teorías de la semiótica y cómo los sonidos pueden ser interpretados de diferentes maneras por los jugadores. Analiza cómo los sonidos pueden comunicar información crucial al jugador, como la presencia de enemigos o la obtención de un objeto importante. También se examinan las teorías de la inmersión y la presencia, y cómo el sonido puede mejorar estos aspectos al hacer que el jugador se sienta más conectado con el mundo del juego. La autora presenta estudios de caso de juegos específicos para ilustrar cómo diferentes enfoques de diseño de sonido pueden influir en la experiencia del jugador. (Collins, 2008).

Práctica del diseño de sonido

La parte práctica del libro se centra en las técnicas y herramientas utilizadas por los diseñadores de sonido y compositores de música para videojuegos. Collins describe el proceso de creación sonora, desde la grabación de efectos de sonido hasta la composición de la música y la

implementación de estos elementos en el juego. Se examinan las diferencias entre el diseño de sonido lineal –como en las películas– y el diseño de sonido interactivo, específico de los videojuegos, destacando los desafíos únicos que éste presenta. Collins detalla cómo los diseñadores de sonido deben considerar factores como la interactividad y la no linealidad cuando crean sonidos para videojuegos. A diferencia del sonido en las películas, donde la secuencia de eventos es fija, el sonido en los videojuegos debe adaptarse a las acciones impredecibles del jugador. La autora explica cómo se utilizan técnicas como el audio procedural y la generación en tiempo real para crear experiencias sonoras dinámicas y responsivas. También se discuten las herramientas y software utilizados en la producción de sonido para videojuegos, incluyendo estaciones de trabajo de audio digital, Digital Audio Workstation (DAWs), bibliotecas de efectos de sonido y motores de audio integrados en los motores de juego. (Collins, 2008).

Tecnología y evolución

Un aspecto clave del libro es la evolución tecnológica y cómo ha impactado el diseño de sonido en los videojuegos. Collins detalla cómo la introducción de tecnologías (sonido digital, los sintetizadores y las tarjetas de sonido) han permitido a los diseñadores crear sonidos más realistas y envolventes. La autora también analiza la importancia de las consolas y plataformas de juegos en la evolución del sonido, mencionando ejemplos específicos como la PlayStation 3 y su capacidad para manejar múltiples canales de audio y aplicar filtros DSP⁵ en tiempo real. Collins explora cómo las tecnologías emergentes, como el audio 3D y la realidad virtual, están transformando el panorama del sonido en los videojuegos. Estas tecnologías permiten a los

⁵ DSP: Digital Signal Processor o Procesamiento Digital de Señales en español, es la manipulación de señales digitales, como audio o video, para mejorar, modificar o analizar su contenido mediante algoritmos y operaciones matemáticas.

diseñadores crear experiencias auditivas más inmersivas y realistas, donde el sonido puede ser posicionado con precisión en un espacio tridimensional. (Collins, 2008).

Impacto en la experiencia del jugador

Enfatiza cómo el sonido en los videojuegos no solo mejora la inmersión sino que también puede influir en las emociones y decisiones del jugador. El uso de la música y los efectos de sonido pueden guiar al jugador, proporcionar pistas sobre lo que está sucediendo en el juego y crear una atmósfera específica que mejora la experiencia general. La autora presenta estudios de caso y ejemplos de juegos conocidos para ilustrar la utilización efectiva del sonido y así mejorar la jugabilidad y la narrativa. Collins explora cómo diferentes géneros de juegos utilizan el sonido de manera única para influir en la experiencia del jugador. Por ejemplo, los juegos de terror a menudo utilizan sonidos ambientales y efectos de sonido inesperados para crear una sensación de miedo y tensión. En contraste, los juegos de aventura pueden utilizar música épica y sonidos ambientales ricos para sumergir al jugador en un mundo fantástico. La autora también discute cómo la música puede ser utilizada para reforzar la identidad de los personajes y los temas del juego, creando una conexión emocional más profunda entre el jugador y la historia. (Collins, 2008).

Definición de videojuego: “I use the term video game here to refer to any game consumed on video screens, whether these are computer monitors, mobile phones, handheld devices, televisions, or coin-operated arcade consoles.” [Utilizo el término videojuego para referirme a cualquier juego consumido en pantallas de vídeo, ya sean monitores de ordenador, teléfonos móviles, dispositivos portátiles, televisores o consolas arcade que funcionan con monedas.] (Collins, 2008, p. 3).

2.2 La tecnología

Bunge, M. (2012) Filosofía de la tecnología y otros ensayos

Mario Bunge analiza en su obra "Filosofía de la Tecnología y Otros Ensayos" el profundo impacto social y cultural que tienen las innovaciones técnicas. Reconoce que mientras algunas innovaciones son beneficiosas –como las vacunas–, otras pueden ser dañinas –como las armas nucleares–. Bunge argumenta que para comprender y gestionar adecuadamente estas innovaciones, es esencial recurrir a diversas disciplinas: la historia, la sociología, la politología y la filosofía de la técnica. Según Bunge, la filosofía de la tecnología se ocupa de la modificación, control y regulación de hechos y procesos naturales, sociales y socionaturales, así como del diseño de artefactos. (Bunge, 2012).

Relación con la ciencia

Bunge señala que la tecnología contemporánea tiene una base científica sólida. “la tecnología no puede venir sin ciencia, pues no es sino ciencia aplicada a finalidades prácticas.” (Bunge, 2012, p. 52) Los investigadores técnicos utilizan conocimientos científicos para diseñar planes y artefactos. “No nacieron ni habrían podido nacer si no existieran antes ciertos conocimientos teóricos y ciertos métodos de investigación” (Bunge, 2012, p. 52) La tecnología moderna incluye no solo objetos físicos como puentes y computadoras, sino también instituciones sociales como ejércitos, hospitales y colegios. Estos últimos son estudiados por la sociotecnología, que es crucial para el diseño de universidades, centros de salud, partidos políticos y planes nacionales de desarrollo. (Bunge, 2012).

Desafíos y oportunidades

A pesar de que la tecnología ha sido históricamente despreciada o temida, especialmente antes de la Segunda Guerra Mundial, hoy en día se reconoce su importancia. Los filósofos deben

colaborar con científicos y tecnólogos para abordar los problemas filosóficos que plantea la tecnología moderna. Bunge destaca que la tecnología plantea problemas gnoseológicos y ontológicos significativos. (Bunge, 2012).

Definición de tecnología: “Llamaremos tecnología a todo sistema de técnicas prácticas fundadas, o al estudio de las mismas, distinguiéndola así de la técnica a secas o técnica precientífica.” (Bunge, 2012, p. 51).

2.3 La música para imagen

Chion, M. (1991) La audiovisión

La audiovisión

“La audiovisión” de Michel Chion es una obra que explora las relaciones entre sonido e imagen en los medios audiovisuales como el cine, la televisión y otros medios audiovisuales. Chion introduce el término “audiovisión” sugiriendo que la percepción audiovisual es específica y distinta de la percepción puramente visual o auditiva. describiendo la experiencia combinada de ver y escuchar. Argumenta que, en los medios audiovisuales, el sonido y la imagen se contaminan mutuamente, y como el sonido puede alterar nuestra percepción de una imagen y viceversa, creando una ilusión que transforma la experiencia perceptiva del espectador y cómo esta relación puede manipular las emociones y la interpretación del contenido visual. (Chion, 1991).

La audiovisión en negativo

Aquí, Chion explora el concepto de la “audiovisión en negativo”, donde se considera la ausencia de sonido o el uso del silencio como un elemento significativo en la narrativa audiovisual. Analiza cómo el silencio puede ser tan poderoso como el sonido, creando suspense, enfocando la atención y generando impacto emocional. Chion examina varios ejemplos de cine y

televisión donde el silencio juega un papel crucial, demostrando cómo la ausencia de sonido puede influir en la interpretación y la experiencia del espectador. (Chion, 1991).

El contrato audiovisual

Chion comienza explicando lo que él llama el “contrato audiovisual”, una especie de pacto perceptual donde el sonido y la imagen se combinan para crear una experiencia unificada. En este contrato, el sonido tiene el poder de modificar la percepción de la imagen y viceversa. Este efecto bidireccional es lo que diferencia la audiovisión de la simple suma de sus partes. Chion enfatiza que este contrato es implícito y ocurre de manera natural en la mente del espectador. (Chion, 1991).

El valor añadido

Otro concepto introducido por Chion es el de “valor añadido”. Este término describe cómo el sonido puede aportar significado, emoción e información adicional a una imagen, haciendo que esta parezca más rica y significativa de lo que sería por sí sola. Por ejemplo, la música puede sugerir una emoción específica que no está necesariamente presente en la imagen, o los efectos sonoros pueden dar una sensación de realismo o dramatismo que intensifica la experiencia visual. (Chion, 1991).

La sincronización y la sincronización perdida

La sincronización entre el sonido y la imagen es un tema crucial en el análisis de Chion. Explica cómo la sincronización puede ser utilizada para crear una sensación de realismo, pero también cómo la desincronización deliberada puede generar efectos artísticos y emocionales interesantes. La desincronización puede provocar una sensación de distanciamiento o alienación, lo que puede ser explotado para fines narrativos específicos. (Chion, 1991).

Audiologovisual

Chion propone el concepto de “audiologovisual”, una integración más profunda y consciente de los elementos auditivos y visuales en la creación de medios. Él plantea la idea de que el futuro de la narrativa audiovisual reside en una mayor sinergia entre sonido e imagen, donde ambos elementos se consideran igualmente importantes en la construcción de la experiencia del espectador. Chion explora ejemplos y teorías que apoyan esta visión, sugiriendo formas en las que los creadores pueden innovar y desarrollar nuevas formas de expresión audiovisual. (Chion, 1991).

Más allá de los sonidos y las imágenes

En la segunda parte del libro, “Más allá de los sonidos y de las imágenes”, Chion se adentra en preguntas más complejas sobre la relación audiovisual. Intenta formular nuevas preguntas y superar las barreras establecidas en la comprensión de esta relación. Chion aborda temas como la percepción multisensorial, la memoria audiovisual y cómo las nuevas tecnologías están cambiando la forma en que experimentamos el sonido y la imagen. (Chion, 1991).

La audiovisión en el futuro

Chion especula sobre el futuro de la audiovisión, considerando cómo las nuevas tecnologías podrían cambiar la relación entre sonido e imagen. Habla sobre la posibilidad de experiencias más inmersivas y personalizadas gracias a los avances en tecnología audiovisual. (Chion, 1991).

Perspectiva innovadora

"La audiovisión" de Michel Chion ofrece una perspectiva innovadora sobre la relación entre el sonido y la imagen en los medios audiovisuales. A través de su concepto de audiovisión,

Chion desafía las teorías tradicionales que han relegado el sonido a un papel secundario, Chion insiste en que comprender la interacción entre sonido e imagen es crucial para apreciar plenamente el cine y otras formas de medios audiovisuales, demostrando cómo el sonido puede enriquecer y transformar la experiencia visual. Su análisis detallado de los diferentes tipos de sonido, la sincronización y el “valor añadido” proporciona una comprensión profunda de cómo estos elementos se combinan para crear una experiencia audiovisual cohesiva y significativa. (Chion, 1991).

2.4 Conceptos Fundamentales

2.4.1 Bit

Un bit (abreviatura de “binary digit”, o dígito binario) El bit es la unidad mínima de la informática y la electrónica digital. Representa un estado binario, lo que significa que solo puede tener uno de dos valores posibles: **0** o **1**. Estos valores corresponden a dos niveles de voltaje en los circuitos electrónicos de una computadora, donde el “**0**” generalmente representa un voltaje bajo o apagado, y el “**1**” representa un voltaje alto o encendido. Los bits son fundamentales porque son la base sobre la que se construyen todos los sistemas de procesamiento de información en las computadoras, redes y dispositivos digitales. (Gentile, 2020).

Por ejemplo, un solo bit puede representar dos estados (**0** o **1**), pero si agrupamos dos bits, podemos representar cuatro combinaciones diferentes: **00**, **01**, **10**, y **11**. De este modo, con **n** bits podemos representar **2ⁿ** combinaciones distintas. Este principio se aplica a toda la informática moderna, permitiendo que se manejen números, caracteres, imágenes, sonidos, y todo tipo de datos a través de la combinación de bits. (Gentile, 2020).

La combinación conjunta mínima de bits que se ocupa en la informática es un byte u octeto, que es una combinación de 8 bits —de ahí el nombre videojuegos 8 bits—, en el código

binario cada posición de los 8 bits vale 2^n , de derecha a izquierda $2^7=128$, $2^6=64$, $2^5=32$, $2^4=16$, $2^3=8$, $2^2=4$, $2^1=2$, $2^0=1$. Supongamos que queremos representar el número **5** en un sistema binario, que se basa en potencias de 2. En este caso, el número **5** se representa como **00000101** en binario. en donde los bits activos sería $2^0=1 + 2^2=4$ para así sumar **5**, el sistema binario usa dos dígitos (**0** y **1**), y los combina de diversas formas para representar diferentes cosas, los números máximos que se pueden crear en un byte es el 255 y el menor es el 0, por lo que el total de dígitos que se representan es de 256 valores diferentes. (Canal Migma, 2024).

En términos de hardware, los bits son los que gobiernan cómo funcionan los componentes físicos de una computadora. Los procesadores, por ejemplo, están diseñados para trabajar con datos en grupos de bits. Un procesador de 32 bits, por ejemplo, puede manejar datos en palabras de 32 bits a la vez, lo que significa que puede procesar números y direcciones que contienen hasta 2^{32} combinaciones posibles. (Gentile, 2020). (Canal Migma, 2024).

En software, los bits también son importantes. Los programadores suelen trabajar con conjuntos de bits para optimizar el uso de la memoria o el tiempo de procesamiento. Las operaciones a nivel de bits, como las "AND", "OR", y "XOR", son herramientas fundamentales para manipular datos eficientemente. Por ejemplo, los videojuegos utilizan operaciones a nivel de bits para controlar aspectos como las colisiones de objetos o para comprimir gráficos y sonidos, permitiendo que los juegos sean más rápidos y ocupen menos espacio de almacenamiento. (Gentile, 2020).

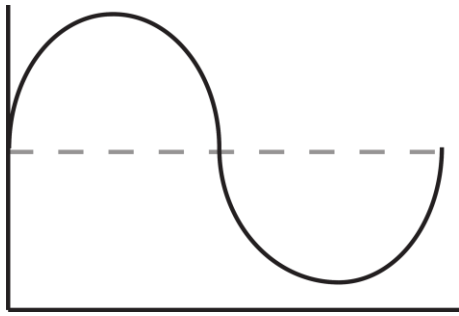
2.4.2 Formas de ondas

Las formas de onda son representaciones visuales de cómo varían tres propiedades principales, longitud de onda, frecuencia y amplitud a lo largo del tiempo, y son esenciales para definir el carácter de un sonido. La longitud de onda es la distancia entre las compresiones

frecuencia, sin armónicos adicionales. En términos de sonido, una onda senoidal produce un tono puro. (Collins, 2008).

Figura 2.

Onda senoidal.



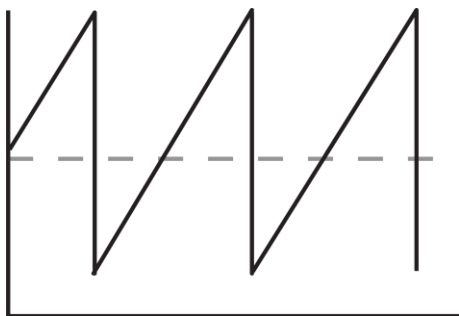
Nota. (Collins, 2008).

2.4.2.2. La onda dientes de sierra

La onda de dientes de sierra sube bruscamente hasta un valor máximo y luego cae de manera abrupta a un valor mínimo, creando una forma que se asemeja a los dientes de una sierra. Este tipo de onda es rica en armónicos, lo que le da un sonido brillante y muy lleno. Contiene tanto armónicos pares como impares, lo que la hace perfecta para generar sonidos de bajo. (Collins, 2008).

Figura 3.

Onda dientes de sierra.



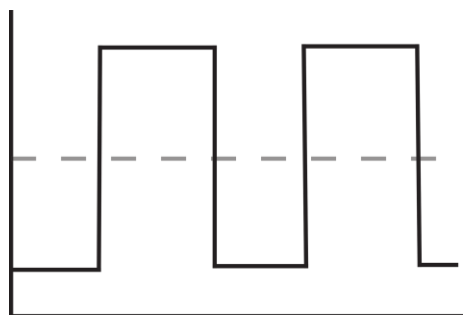
Nota. (Collins, 2008).

2.4.2.3 La onda cuadrada

La onda cuadrada o también llamada ondas de pulso alterna bruscamente entre valores máximos y mínimos sin transición suave que son “pendientes de ‘encendido’ y ‘apagado’”, lo que se conoce como ciclo de trabajo. Cuando el ciclo de trabajo tiene la misma longitud en sus periodos de ‘encendido’ y ‘apagado’, se conoce como onda cuadrada”. Es caracterizada por un sonido áspero, con una gran cantidad de armónicos impares. Debido a esta brusquedad en los cambios de valor, el sonido de la onda cuadrada es muy brillante y agudo. (Collins, 2008)

Figura 4.

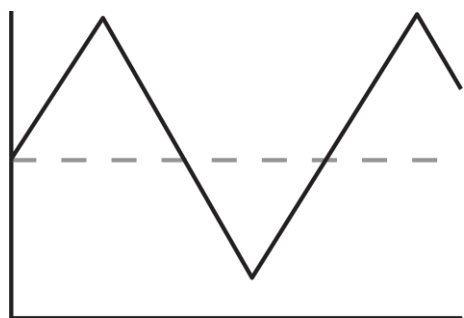
Onda Cuadrada.



Nota. (Collins, 2008).

2.4.2.4 La onda triangular

La onda triangular tiene una forma que se asemeja a triángulos consecutivos, alternando entre valores máximos y mínimos. Aunque sigue siendo bastante simple, contiene armónicos que le dan un sonido más brillante que la onda senoidal, pero menos áspero que otras ondas más complejas, en las ondas triangulares, los armónicos terminan mucho más rápido, por lo que el sonido resultante es mucho más suave, con un sonido similar al de una onda sinusoidal. Estos armónicos son múltiplos impares de la frecuencia fundamental. (Collins, 2008).

Figura 5.*Onda Triangular.**Nota.* (Collins, 2008).

2.4.2.5 Ruido blanco

El ruido blanco es un tipo de sonido que contiene todas las frecuencias audibles distribuidas de manera uniforme en el espectro de frecuencias. En los videojuegos, el ruido rosa se emplea frecuentemente para efectos de sonido como láseres, viento, olas de surf y percusión. Este tipo de ruido es una variante del ruido blanco, al cual se le aplica un filtro que reduce el volumen en cada octava. Gracias a sus tonos más graves, el ruido rosa también es común en sonidos de lluvia y percusión, ya que suena como ruido blanco con más graves. (Collins, 2008)

Figura 6.*Ruido Blanco.**Nota.* (Collins, 2008).

2.4.3 Programmable Sound Generators PSG

PSG, son las siglas de Programmable Sound Generators, traducido como Generadores de sonido programables, son chips de sonido controlado por software diseñado para aplicaciones de audio que generan sonido a partir de formas de onda creadas desde cero, en lugar de utilizar muestras pregrabadas. Estos chips permiten generar sonidos a través de osciladores, que producen señales eléctricas repetitivas (formas de onda) en función de las especificaciones definidas por el usuario, en las que puede variar Amplitud, Modulación, Forma de onda, Estas especificaciones suelen codificarse en lenguaje assembly. Los PSG incluyen tanto generadores de tonos, que producen sonidos constantes, como generadores de ruido. (Abbott y Laggan, 2021) y (Collins, 2008).

2.4.4 Frequency Modulation FM

FM, son las siglas de Frequency Modulation, traducido como Modulación de Frecuencia, es un método de síntesis de sonido que modifica la frecuencia de una forma de onda (conocida como “portadora”) utilizando otra forma de onda (conocida como “moduladora”). Este proceso puede repetirse varias veces, añadiendo capas de modulación para crear tonos complejos. Cada sonido FM requiere al menos dos osciladores: uno para la onda portadora y otro para la moduladora. Desarrollada por John Chowning en la Universidad de Stanford y licenciada a Yamaha, la síntesis FM fue un avance clave en la tecnología de sonido digital. Yamaha mejoró y aplicó esta técnica en sus chips de sonido para computadoras y la serie DX de teclados musicales. (Abbott y Laggan, 2021) y (Collins, 2008).

2.4.5 Pulse Code Modulation PCM

PCM, son las siglas de Pulse Code Modulation, traducido como Modulación por Impulsos Codificados, es un método para convertir un sonido analógico en digital mediante el

muestreo de su forma de onda a intervalos regulares y la cuantificación de la amplitud a los valores más cercanos. Este proceso permite almacenar los datos en formato binario, los cuales pueden ser decodificados para reproducir el sonido de manera idéntica a la grabación original. PCM es la forma más común de representar señales analógicas en un entorno digital y se utiliza ampliamente en dispositivos modernos como computadoras, teléfonos y reproductores multimedia. Aunque PCM garantiza una alta fidelidad en la reproducción de audio, requiere un gran espacio de almacenamiento, lo que limitó su uso en los primeros videojuegos, la mayoría de las muestras PCM de los primeros videojuegos se limitaban a aquellos sonidos con una envolvente corta, como los de percusión. Además, las muestras PCM de 8 bits sufrían de una resolución baja, lo que provocaba un ruido de fondo audible. (Collins, 2008) y (Ciesla, 2022).

2.4.6 Musical Instruments Digital Interface MIDI

MIDI, son las siglas de Musical Instruments Digital Interface, traducido como Interfaz Musical de Instrumentos Digitales, es un protocolo de comunicación desarrollado por las principales compañías de instrumentos musicales electrónicos, como Roland, Korg, Yamaha, Sequential Circuits y Kawai, estableciendo así MIDI Manufacturers Association, (actualmente MIDI Association), juntos para crear un estándar de la comunicación entre instrumentos de diferentes marcas, se encuentra basado en el sistema binario y hexadecimal. MIDI comunica elementos puntuales de una secuencia musical como, altura, tiempo e intensidad, dinámica, vibrato, panoramización en dos dimensiones y señales de reloj que establecen y sincronizan el tempo entre varios dispositivos (Midi Association, s.f.)

“It’s a part of signal processors, guitars, keyboards, lighting rigs, smoke machines, audio interfaces...you name it. It has gone way beyond its original idea of allowing a separation of controller and sound generator, so people didn’t have to buy a keyboard every time

they wanted a different sound.” [Forma parte de procesadores de señal, guitarras, teclados, equipos de iluminación, máquinas de humo, interfaces de audio... de todo. Ha ido mucho más allá de su idea original de permitir una separación entre controlador y generador de sonido, para que la gente no tuviera que comprar un teclado cada vez que quería un sonido diferente.] (Midi Association, s.f.)

2.4.7 Audio 3D

Es el término general que se refiere a cualquier tecnología o técnica que intenta crear la percepción de sonido tridimensional. El “audio 3D” engloba varios métodos que buscan simular la experiencia de sonido en un espacio tridimensional, proporcionando una sensación de profundidad, altura y dirección.

2.4.7.1 Audio Binaural

El sonido binaural, una técnica de reproducción de audio que simula la experiencia auditiva tridimensional, ha revolucionado la forma en que percibimos el sonido. Al emplear dos canales de audio, uno para cada oído, se logra la ilusión de que los sonidos emanan de diversas ubicaciones en el espacio circundante al oyente. Este fenómeno se fundamenta en la interacción entre el sonido y las características anatómicas de la cabeza humana, un proceso que es modelado a través de la Función de Transferencia Relacionada con la Cabeza.

La HRTF (Head-Related Transfer Function, o Función de Transferencia Relacionada con la Cabeza) Se trata de una recreación digital del evento del sistema auditivo humano que recibe el sonido. Utiliza las respuestas de frecuencia y fase de la cabeza humana media para sus cálculos, es una característica única de cada individuo que describe cómo su cabeza, orejas y cuerpo modifican un sonido a medida que viaja desde una fuente sonora hasta su tímpano. Esta

modificación es el resultado de la difracción, reflexión y absorción del sonido en las distintas partes de la cabeza. (Durand R. Begault 3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia).

2.4.7.2 Dolby Atmos

A diferencia de los sistemas de audio convencionales, que se basan en canales fijos (como configuraciones 5.1 o 7.1), Dolby Atmos introduce un enfoque basado en objetos sonoros. Cada sonido individual, como el claxon de un coche o el vuelo de un helicóptero, se trata como un objeto independiente, al cual se le asigna metadatos de posición que permiten su movimiento libre en un espacio tridimensional, incluyendo la dimensión vertical sobre el oyente. Esto proporciona una experiencia inmersiva y realista, dado que los sonidos se posicionan con mayor precisión en el entorno.

Para que Dolby Atmos funcione correctamente, es necesario contar con altavoces de techo o altavoces compatibles con Dolby Atmos. Estos altavoces pueden ser instalados en el techo o bien utilizar superficies reflectantes para proyectar el sonido hacia arriba, recreando la sensación de audio proveniente de arriba. El sistema es adaptable a diferentes configuraciones, que van desde disposiciones básicas con cinco altavoces a nivel del oyente y dos altavoces superiores (5.1.2), hasta configuraciones más avanzadas con 24 altavoces en el suelo y 10 en el techo (24.1.10). El núcleo del sistema es el renderizador de audio basado en objetos, conocido como OAR por sus siglas en inglés, que procesa los metadatos de posición y determina en tiempo real qué altavoces deben utilizarse para reproducir cada objeto sonoro. De esta manera, el OAR asegura el movimiento preciso de los sonidos dentro del sistema de cine en casa, de acuerdo con la configuración específica de los altavoces.

Los contenidos en Dolby Atmos son retrocompatibles, lo que significa que, si se reproducen en un sistema que no soporta Atmos, se adaptan a formatos tradicionales de sonido envolvente, como el 5.1 o 7.1. Además, un sistema Dolby Atmos puede mejorar contenidos basados en canales tradicionales mediante un proceso de upmixing, permitiendo utilizar todo el sistema de altavoces, incluidos los altavoces superiores, para ofrecer una experiencia mejorada incluso con contenido que no fue diseñado originalmente para Atmos. Dolby Atmos se distribuye a través de varios formatos, como Blu-ray, Ultra HD Blu-ray y servicios de streaming. Para la codificación de las bandas sonoras en Dolby Atmos, se emplean los formatos Dolby TrueHD y Dolby Digital Plus. Estos formatos son también compatibles con sistemas más antiguos, lo que garantiza su reproducción en equipos no diseñados específicamente para Dolby Atmos (Dolby, 2016)

III. MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación es de enfoque cualitativo y descriptivo. Inicialmente, se pretende analizar la historia de los videojuegos de manera cronológica; Se hará una elección de hardware, videojuegos y soundtrack más relevantes o que presenten novedades tecnológicas. Las técnicas y herramientas de recolección de datos y análisis incluyen la revisión de videos, música y documentales, y la lectura de libros y tesis que abordan la temática principal en detalle. En cuanto a las técnicas de análisis de los datos recolectados se realizará: un análisis de los parámetros del sonido; un análisis musical y de partitura del soundtrack; también se estudiará la forma de reproducirlos, las técnicas usadas y sus limitaciones. Finalmente, se hará una comparación de la forma de escribir música para videojuegos a partir de las partituras anteriores

IV. DESARROLLO Y ANÁLISIS

CAPÍTULO I: ARCADE PONG

El primer videojuego en contar con sonido fue *Computer Space* creado por Nolan Bushnell, quien más tarde fundaría Atari, el cual según Collins (2008) incluía una variedad de sonidos propios de disparos de misiles, explosiones, de batalla espacial, de motores de cohetes y propulsores. pero no se encontró documentación sobre cómo se elaboró el sonido en esta máquina, pero sí sobre el videojuego que popularizó el sonido en los videojuegos. El arcade *Pong* juego del género *Sports*⁶, fue el primer arcade exitoso, fue el ingeniero electrónico e informático Allan Alcorn en 1972 quien creó y programó *Pong* para la firma Atari.

Figura 7.

Arcade Pong



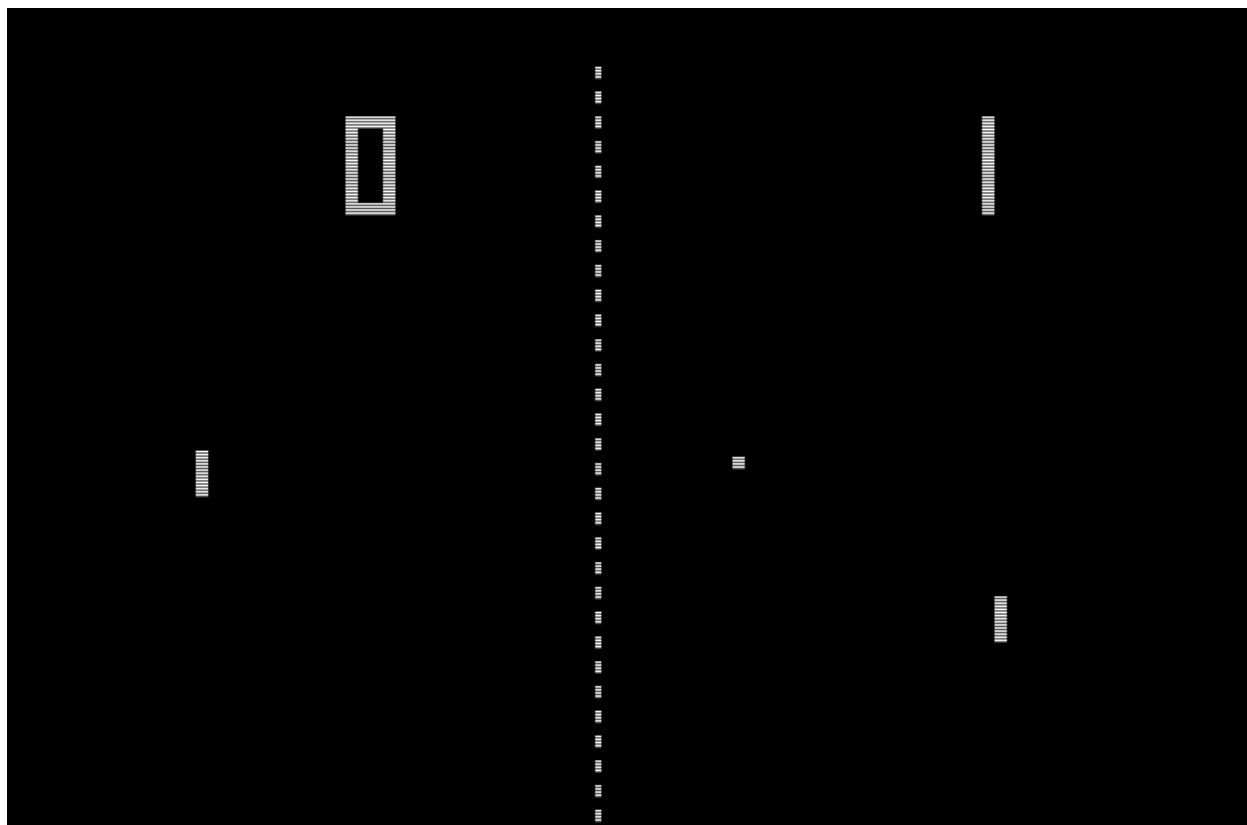
Nota. [Fotografía] extraída de LaunchBox (<https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/7563-pong>).

⁶ Sports: Videojuego que simula la práctica de un deporte en específico.

Este videojuego estuvo bajo la dirección del ingeniero Nolan Bushnell. al momento del juego estar terminado, Nolan le dijo que el juego debía tener sonido a lo cual Allan accedió, el problema era que tenía que hacer que una máquina que no estaba diseñada para hacer sonido lo hiciera, llevaba tres meses haciendo el juego y ya se había excedido del presupuesto, Nolan le pide que estos sonidos sean de gritos alentando, abucheando, saludos y aplausos “¿Cómo se hace eso con circuitos digitales? ¿Con ceros y unos? No tenía ni idea, así que esa misma tarde me puse manos a la obra y en menos de una hora encontré diferentes tonos que ya existían en el generador de sincronización, los separé y tardé medio chip en hacerlo” (Shea, 2008) escudriñó con un pequeño amplificador de audio conectándolo directamente en el circuito del dispositivo y encontró tonos que sonaban bien y los conectó a la mitad de un chip, creando un circuito para que cada vez que reportará la pelota emitiera ese sonido, y le dijo a Nolan “there’s the sound if you don't like it you do it!” [ahí está el sonido, si no te gusta, ¡hazlo tú!]. (Shea, 2008) El sonido fue uno de los obstáculos técnicos en este nuevo producto de entretenimiento, el cual de una manera creativa e ingeniosa superó. (Bailey y Barbato, 2007).

Figura 8.

Pantalla de Pong de Atari.



Nota. [Fotografía] extraída de LaunchBox (<https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/7563-pong>).

CAPÍTULO II: ARCADE SPACE INVADERS

El arcade *Space Invaders* creado por Tomohiro Nishikado, era encargado de todo el proyecto, desde diseño, programación, música y arte, para la empresa japonesa Taito en 1978, un juego del género *shoot 'em up*⁷ en el cual se debían eliminar hordas de naves alienígenas en varias filas con un cañón láser que el jugador controlaba, estas naves se movían de izquierda a derecha y cada vez que tocaban el borde de la pantalla, cambiaban de dirección y bajaban un espacio, el jugador perdía vidas si le disparaban o si las naves alienígenas llegaban a tocar el suelo.

Figura 9.

Arcade Space Invaders



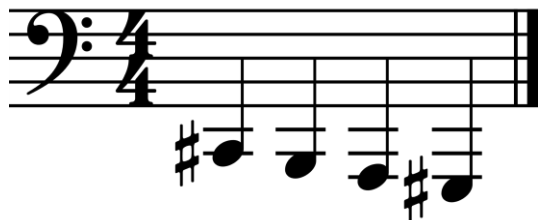
⁷ Shoot 'em up: Videojuego en el que el jugador se enfrenta a una gran cantidad de enemigos, disparándoles mientras esquivas sus ataques.

Nota. [Fotografía] extraída de LaunchBox (<https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/113-space-invaders>).

Fue el primer videojuego en tener una “banda sonora” continua, y el primero en reproducir dos canales independientes de audio en simultáneo, utilizaba el chip SN76477 del tipo PSG de Texas Instruments para el apartado de los efectos de sonido, y la música de fondo está compuesta por tonos generados directamente desde el hardware, a través de circuitos analógicos simples que generan tonos basados en las señales del microprocesador Intel 8080, utilizando una técnica de modulación de frecuencias básicas. El microprocesador Intel 8080 de la máquina arcade maneja tanto la lógica del juego como la sincronización de estos tonos musicales, según Marous J. R. (2000) en lugar de un chip especializado en música o sonido como en consolas posteriores, esta es la razón por la que es posible escuchar efectos de sonido y música simultáneamente en el juego, a pesar de que aún no existían chip dedicados al sonido con 2 canales de audio. Hay 7 sonidos básicos, el disparo del misil, el impacto del invasor, la explosión, el impacto del platillo, el sonido del platillo, la base del misil adicional y la melodía cuadrifónica la cual se reproduce en bucle durante todo el gameplay, cada uno de estos sonidos tiene su propio circuito amplificador.

Figura 10.

Bucle de la melodía de Space Invaders compuesta por Tomohiro Nishikado.



Nota. Transcripción de autoría propia.

Es bien sabido por cultura general en el mundo de los videojuegos, que este juego contaba con un error, en el que la velocidad de los enemigos aumentaba cada vez que un enemigo era eliminado, pero la causa del error era que al haber mucha imagen en pantalla para renderizar, era demasiada carga para el microprocesador e iba lento, y a medida que el jugador iba eliminando naves también se reducía el tiempo de carga del microprocesador y renderizaba más rápido el juego, por lo que las naves aumentaban su velocidad, característica que fue crucial para que este videojuego triunfara, haciéndolo muy adictivo por su dificultad progresiva. Pero el apartado que normalmente no es tomado en cuenta o es subestimado, su sonido, este error también afectaba al sonido al estar controlado por el microprocesador Intel 8080, al acelerar las naves también aceleraba el tempo de la música, haciendo a este juego el primero con música inmersiva, música que aporta información sobre lo que sucede en el juego. y un precursor de la música adaptativa. (Acks et al., 2020).

Figura 11.

Pantalla de Space invaders.



Nota. [Fotografía] extraída de Eurogamer (<https://www.eurogamer.es/space-invaders-articulo>).

CAPÍTULO III: SUPER MARIO BROS.

Super Mario Bros., lanzado en 1985 para la consola Nintendo Entertainment System (NES) de 8 bits lanzada en Japón en 1983, Fue diseñado por Shigeru Miyamoto y Takashi Tezuka, programado por Toshihiko Nakago y Kazuaki Morita, y su música fue compuesta por Koji Kondo, *Super Mario Bros.* es un videojuego del género *platformer*⁸, el jugador controla a Mario, un fontanero italiano cuyo objetivo es rescatar a la Princesa Peach del villano Bowser. A lo largo del juego, Mario debe atravesar distintos mundos divididos en niveles, saltando sobre enemigos, recolectando monedas, y utilizando potenciadores como los champiñones, la flor de fuego y la estrella.

Figura 12.

Nintendo Entertainment System (NES).



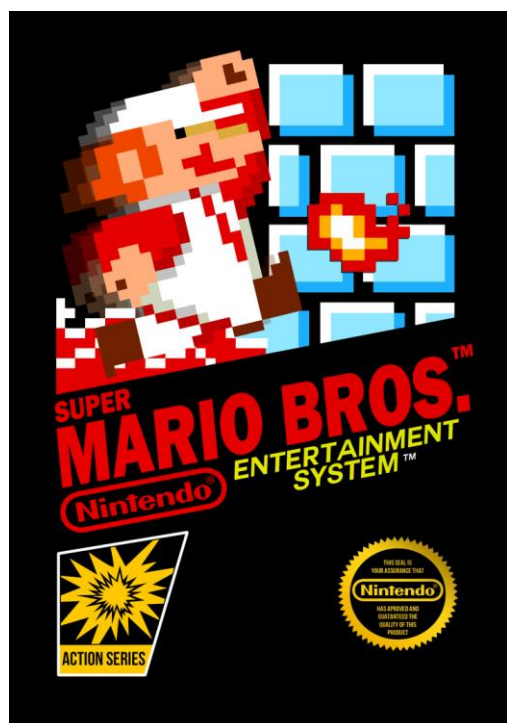
⁸ Platformer: Videojuego en el que el jugador debe moverse y saltar entre plataformas, evitando obstáculos y enemigos.

Nota. [Fotografía] extraída de (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NES-Console-Set.png#/media/File:NES-Console-Set.png>).

Su música se ha convertido en una de las más icónicas de la historia de los videojuegos. Kondo creó una experiencia musical rica que acompañaba y complementaba la acción del juego, estableciendo un nuevo estándar en el diseño de sonido de videojuegos.

Figura 13.

Arte de la portada de Super Mario Bros..



Nota. [Fotografía], restaurada digitalmente por Perrito-Gatito, Deviant Art (<https://www.deviantart.com/perrito-gatito/art/Super-Mario-Bros-Nes-Cover-462535304>).

Koji Kondo fue el primer músico contratado a tiempo completo por Nintendo, y considerado el primer compositor de bandas sonoras en los videojuegos, su trabajo en *Super Mario Bros.* fue uno de los primeros en aprovechar al máximo las capacidades de sonido del chip Ricoh 2A03 del tipo PSG para el NES. Según Collins (2008) El Ricoh 2A03 era un chip de procesamiento de sonido y CPU en uno, que ofrecía cinco canales de sonido distintos. Este chip permitía generar tonos a través de dos canales de onda de pulso (Onda cuadrada), un canal de onda triangular, un canal de ruido y un canal de muestras o samples. Según Collins (2008) Cada uno de estos canales desempeñaba un papel único en la creación de la música y los efectos de sonido de *Super Mario Bros.*, los canales de onda de cuadrada se utilizaban principalmente para la melodía principal y los acompañamientos, estos canales tenían cuatro opciones de ciclo de trabajo, lo que permitía ajustar el timbre de los sonidos y añadir variedad a las composiciones. El canal de onda triangular solía utilizarse para las líneas de bajo, proporcionando una base sonora que complementaba la melodía, a diferencia de los canales de onda de pulso, el canal triangular no tenía control de volumen, lo que limitaba su flexibilidad, pero su tono suave era ideal para las notas graves. El canal de ruido blanco se empleaba para efectos de sonido, como los sonidos de impacto, al generar ruido blanco, este canal añadía una capa de realismo a los efectos sonoros del juego. Y el canal de muestras Delta Modulation (Channel DPCM): El muestreo se realizaba mediante dos métodos, uno de ellos era conocido como acceso directo a memoria, empleaba un muestreo de solo 1 bit, siendo más frecuente en sonidos breves, como efectos especiales o percusión, y el segundo método era la modulación por código de pulsos (PCM), que se utilizaba principalmente para la reproducción de voz.

El tema principal de *Super Mario Bros.*, conocido como *Overworld Theme*, es probablemente la pieza más reconocida de la historia de los videojuegos. Desde sus primeras notas, esta melodía transmite un sentido de aventura y energía, lo que impulsa al jugador a seguir avanzando. Kondo empleó un ritmo sincopado influenciado por géneros como el jazz, lo cual añadió una dinámica y un flujo inusual en los videojuegos de la época. La simplicidad de la melodía, combinada con su ritmo alegre y pegajoso, hizo que los jugadores lo asociaran inmediatamente con las experiencias de exploración y diversión del juego. En este tema se utiliza el recurso del aumento en el tempo de la música cuando el tiempo está a punto de agotarse, por ejemplo, aumenta la sensación de urgencia y tensión, haciendo que el jugador se apresure a completar el nivel. Este uso de la música para aumentar la emoción y el suspenso es un claro precursor de las técnicas utilizadas en los videojuegos modernos.

Figura 14.

Fragmento de Overworld Theme de Super Mario Bros. compuesto por Koji Kondo.

$\text{♩} = 100$

Onda Cuadrada I

Onda Cuadrada II

Onda Triangular

Ruido Blanco

2

O.C. I

O.C. II

O.T.

R.B.

4

O.C. I

O.C. II

O.T.

R.B.

2

6

O.C. I

O.C. II

O.T.

R.B.

8

O.C. I

O.C. II

O.T.

R.B.

10

O.C. I

O.C. II

O.T.

R.B.

Nota. Transcripción de autoría propia.

Super Mario Bros. es un ejemplo temprano de cómo las limitaciones tecnológicas pueden impulsar la creatividad. El problema de la limitada memoria era grande, en una entrevista que hizo Satoru Iwata, el ex presidente de Nintendo a Shigeru Miyamoto (2010) *Super Mario Bros.* venía contenido en un cartucho de solo 256 kilobits. Y quizás solo un cuarto de esta memoria era dedicada para la música, ya que este aparatado no es el más importante para videojuego, por lo que introducir música en formato de audio sería imposible, ya que el archivo de audio pesaría al menos 4 veces más que el mismo juego completo, la forma en cómo resolvieron esta problemática fue que envés de cargar la música en los cartuchos, se programaron listas de secuencias de datos en lenguaje 6502 assembly que le daban órdenes al chip PSG para que lo decodificara y así generar sonido a través de sus canales, ya que este código era usaba muy poca memoria. Esto forzó a Koji Kondo a innovar y a ser eficiente en su composición, un ejemplo de esto es el efecto de sonido al recolectar un champiñón.

Figura 15.

Efecto de sonido de Champiñón de Super Mario Bros. compuesto por Koji Kondo.



Nota. Transcripción de autoría propia.

Ya que este efecto, es en realidad el canal uno de ondas cuadradas del tema que se reproduce al terminal un nivel, *Level Clear* pero acelerado, así dando la sensación de ser un sonido totalmente nuevo y ahorrando memoria.

Figura 16.

Level Clear de Super Mario Bros. compuesto por Koji Kondo.

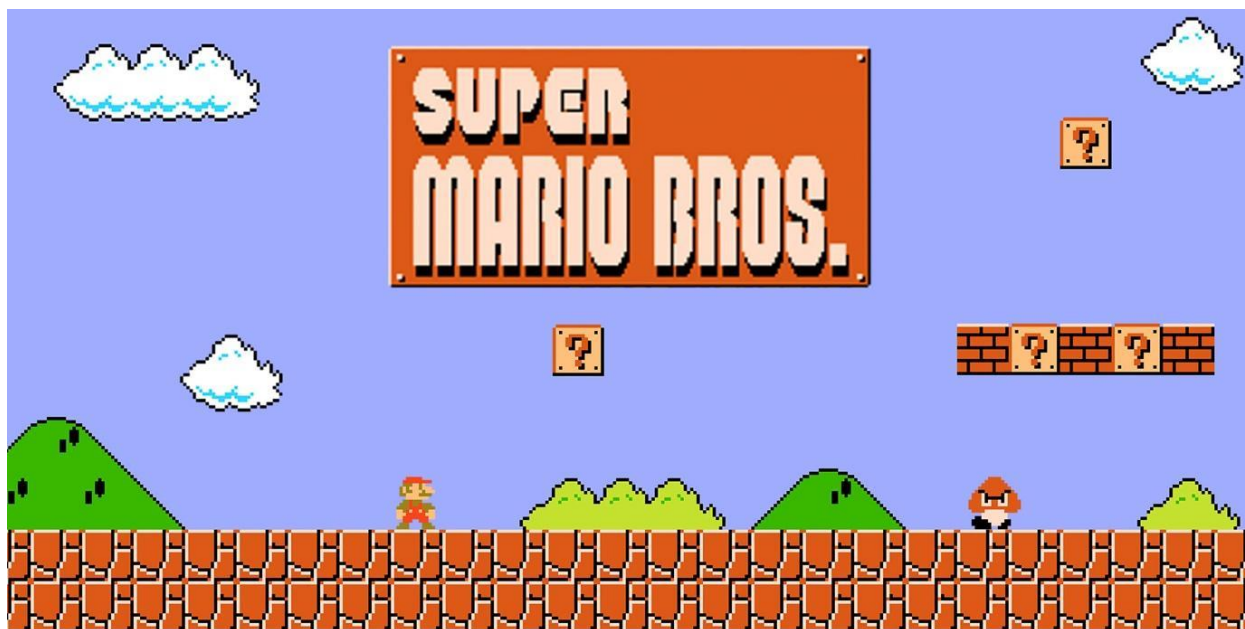
The musical score is written for three staves, each labeled on the left: 'Onda Cuadrada I', 'Onda Cuadrada II', and 'Onda Triangular'. The top staff is in treble clef, the middle in treble clef, and the bottom in bass clef. The time signature is 4/4, and the tempo is marked as 150. The music consists of eighth and sixteenth notes, frequently beamed in groups of three (triplets). The key signature has one flat (B-flat). The score is divided into four measures by vertical bar lines, concluding with a double bar line at the end of the fourth measure.

Nota. Transcripción de autoría propia.

Como se mencionó anteriormente Kondo también fue el encargado de hacer los efectos de sonido, que se han vuelto icónicos en el mundo de los videojuegos. Cada acción en el juego, desde el salto de Mario hasta la recolección de monedas, está acompañada por un efecto sonoro distintivo. Estos efectos no solo proporcionan retroalimentación inmediata al jugador, sino que también están perfectamente sincronizados, logrando un equilibrio entre música y efectos de sonido que no distraen al jugador, sino que lo guían y complementan la acción del juego, creando una experiencia auditiva cohesionada. Uno de los sonidos más emblemáticos es el "ding" al recolectar una moneda, que se integra naturalmente en el ritmo de la música de fondo sin romper la fluidez de la experiencia.

Figura 17.

Pantalla Super Mario Bros..



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.nintendo.com/es-es/Juegos/NES/Super-Mario-Bros-803853.html>).

La música del juego se compone de temas repetitivos pero variados, diseñados para acompañar el ritmo del gameplay sin volverse monótonos. Kondo tuvo que enfrentarse al desafío de crear melodías que fueran lo suficientemente cortas para encajar en la limitada memoria de la consola, pero lo suficientemente interesantes para evitar la fatiga auditiva en los jugadores. Para ello, optó por melodías con ganchos pegajosos, ritmos enérgicos y una estructura simple pero efectiva. Kondo fue uno de los primeros en comprender el impacto emocional de la música y cómo esta podía influir en la experiencia del jugador. La música de *Super Mario Bros.* estableció un modelo de cómo la música puede trabajar en conjunto con la jugabilidad para crear una experiencia que sea tanto lúdica como emocionalmente resonante.

La obra de Kondo también ayudó a sentar las bases de cómo la música podía utilizarse para contar una historia. A lo largo del juego, las distintas melodías no solo reflejan el entorno en el que se encuentra Mario, sino también el estado emocional del jugador. Por ejemplo, el tema de los niveles acuáticos es más suave y relajante, mientras que el tema de los castillos es tenso y dramático, creando un contraste que resalta la dificultad y el peligro de esos niveles. Kondo utilizó estos recursos limitados de manera ingeniosa, creando una banda sonora que no solo se ajustaba perfectamente a las limitaciones técnicas de la consola, sino que también mejoraba la inmersión y la jugabilidad.

CAPÍTULO IV: SONIC THE HEDGEHOG

Sonic The Hedgehog, lanzado en 1991 para la consola Sega Genesis de 16 bits lanzada en Japón en 1988, fue desarrollado por Sega, diseñado por Yuji Naka y Naoto Ohshima, y su música fue compuesta principalmente por Masato Nakamura, miembro de la banda de J-pop Dreams Come True. *Sonic The Hedgehog* es un videojuego del género *platformer*, el jugador controla a Sonic, un erizo azul que corre a gran velocidad para frustrar los planes del malvado Dr. Robotnik, quien ha capturado animales y los ha convertido en robots. A lo largo de diversos niveles llenos de enemigos y obstáculos, Sonic debe recolectar anillos y utilizar su habilidad de giro para enfrentarse a los secuaces de Robotnik y salvar a sus amigos. Con su jugabilidad rápida y su banda sonora enérgica.

Figura 18.

Sega Genesis.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sega-Genesis-Mod1-Set.png#/media/File:Sega-Genesis-Mod1-Set.png>).

Este título revolucionó el género de plataformas no solo por su velocidad de juego y diseño visual, sino también por su innovadora y memorable banda sonora, que se convirtió en una parte clave de la identidad del juego.

Figura 19.

Arte de la portada de Sonic The Hedgehog.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.mobygames.com/game/6579/sonic-the-hedgehog/cover/group-36074/cover-98383/>).

Masato Nakamura trajo al mundo de los videojuegos una nueva perspectiva musical al incorporar su experiencia en la música pop japonesa, lo cual fue una novedad en comparación con los compositores tradicionales. De acuerdo con Collins (2008) La Sega Genesis estaba equipada con un chip PSG 3+1 un Texas Instruments SN76489, así como un chip de síntesis FM Yamaha, un YM 2612, que tenía seis canales de sonido estéreo digitalizado y un canal de

muestreo PCM de 8 bits, este chip es el mismo utilizado en los populares teclados musicales Yamaha DX27 y DX100.

Una de las grandes ventajas del chip de sonido YM2612 de la Sega Genesis era su capacidad para generar música más compleja que los sistemas rivales de la época, como la Nintendo Entertainment System (NES). La tecnología FM le dio mucha más flexibilidad a la música a nivel de tímbrico, ya que no estaba limitado a los sonidos de las formas de ondas generadas por los chips PSG, ahora con la síntesis FM se podían crear nuevos sonidos que simulaban los sonidos a las composiciones de estudio, que a los tonos simples de las formas de onda en la generación de 8 bits vista en consolas anteriores. La combinación entre un artista pop y un chip que se estaba empleando en los sintetizadores del género era la combinación perfecta. Masato Nakamura aprovechó esta capacidad para crear una banda sonora que no solo acompañaba el ritmo frenético del juego, sino que también ofrecía una experiencia auditiva memorable y emotiva.

El uso del chip YM2612 permitió a Nakamura incorporar efectos de eco y reverberación, dándole profundidad a la música y haciendo que las composiciones sonaran más avanzadas. La mezcla de sonidos rápidos y acordes suaves capturaba perfectamente la esencia de la jugabilidad de Sonic, donde el jugador debía moverse rápidamente por el nivel mientras saltaba y esquivaba obstáculos.

Al igual que Koji Kondo con *Super Mario Bros.*, Nakamura tuvo que lidiar con limitaciones de espacio en el cartucho, lo que significaba que las pistas debían ser programadas en lugar de grabadas como audio completo, el sonido de la Genesis era bastante difícil de programar, ya que requería un código en lenguaje assembly para conectar los dos chips, según Collins (2008) Masato Nakamura dijo:

“Nowadays, you’d just be able to send the data through email, but at the time, I had to record onto cassette. [laughs] The sound engineer would then listen to them, and reproduce them for implementation on the Genesis. Then, they’d send me back a bare game chip, and then I’d listen to it and check it. It’s sort of unthinkable, now, but at the time, we just did that over and over until we got to the finished product” [Hoy en día, basta con enviar los datos por correo electrónico, pero en aquella época, tenía que grabar en casete. [ríe] El ingeniero de sonido los escuchaba y los reproducía para implementarlos en la Genesis. Entonces, me enviaban un chip de juego desnudo, y yo lo escuchaba y lo comprobaba. Ahora es impensable, pero en aquella época lo hacíamos una y otra vez hasta que teníamos el producto acabado] (p. 40).

La música de *Sonic The Hedgehog* juega un papel crucial en la experiencia del jugador. La banda sonora no solo acompaña la acción, sino que también marca el ritmo de la jugabilidad, ayudando al jugador a mantener la velocidad y la fluidez en cada nivel. El tema más icónico de *Sonic The Hedgehog* es el *Green Hill Zone*, el tema que suena en el primer nivel del juego. Esta pieza refleja la velocidad y dinamismo del juego, con un ritmo acelerado y una melodía alegre que impulsa al jugador a avanzar, lo que encaja perfectamente con el objetivo del juego de moverse a gran velocidad por el escenario. Este enfoque en la sincronización entre música y jugabilidad fue clave para mantener la sensación de "velocidad" que define a *Sonic The Hedgehog*. Nakamura creó una atmósfera vibrante, combinando elementos de la música pop con sintetizadores y sonidos que evocan un paisaje natural.

Figura 20.

Fragmento de Green Hill Zone de Sonic The Hedgehog compuesto por Masato Nakamura.

The musical score is presented in two systems. The first system contains measures 1 through 4, and the second system contains measure 5. The tempo is marked as $\text{♩} = 150$. The score is arranged for 9 channels: YM I, YM II, YM III, YM IV, YM V, YM VI, PSG I, PSG II, and PSG III. The time signature is 4/4.

Channel Details:

- Canal YM I:** Treble clef, 4/4 time. Measures 1-4: Continuous sixteenth-note arpeggiated pattern. Measure 5: Rest.
- Canal YM II:** Bass clef, 4/4 time. Measures 1-4: Arpeggiated pattern with a flat (Bb) in measure 1. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.
- Canal YM III:** Treble clef, 4/4 time. Measures 1-4: Arpeggiated pattern. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.
- Canal YM IV:** Treble clef, 4/4 time. Measures 1-4: Rest. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.
- Canal YM V:** Treble clef, 4/4 time. Measures 1-4: Rest. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.
- Canal YM VI:** Bass clef, 4/4 time. Measures 1-4: Arpeggiated pattern. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.
- Canal PSG I:** Treble clef, 4/4 time. Measures 1-4: Rest. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.
- Canal PSG II:** Treble clef, 4/4 time. Measures 1-4: Rest. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.
- Canal PSG III:** Bass clef, 4/4 time. Measures 1-4: Rest. Measure 5: Continuous eighth-note pattern.

Measure 5: The second system begins with a measure number '5' above the first staff. The channel assignments and musical patterns continue as described above.

2

The musical score is divided into two systems, each containing measures 9-12 and 13-16. The ensemble consists of 12 parts: YM I, YM II, YM III, YM IV, YM V, YM VI, PSG I, PSG II, and PSG III. The notation is as follows:

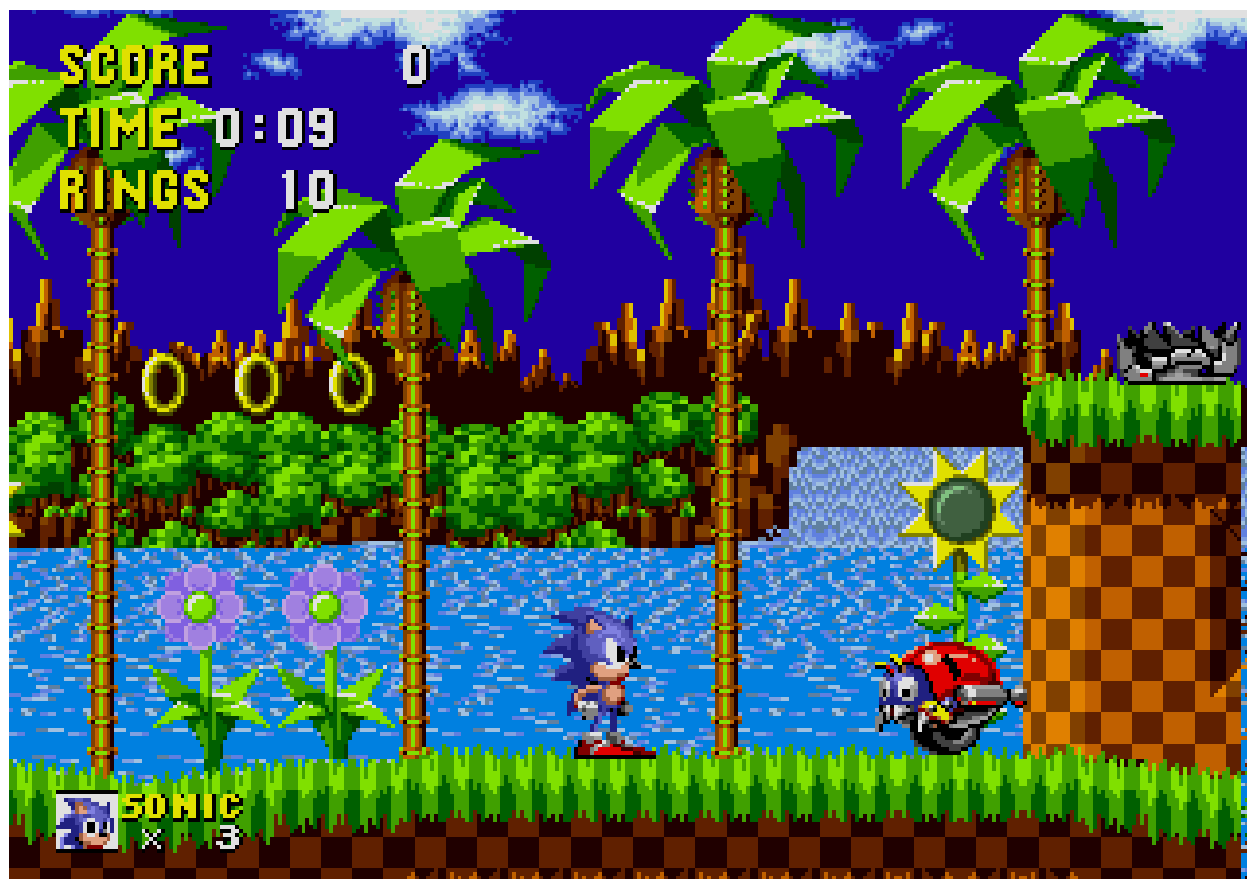
- YM I:** Treble clef. Measure 9 starts with a whole rest. Measures 10-12 feature a melodic line with eighth and sixteenth notes. Measure 13 continues this line, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.
- YM II:** Bass clef. Measures 9-12 play a continuous eighth-note accompaniment. Measure 13 continues this pattern, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.
- YM III:** Treble clef. Measures 9-12 have whole rests. Measure 13 has a half rest. Measures 14-16 feature a melodic line with eighth and sixteenth notes.
- YM IV:** Treble clef. Measures 9-12 play a continuous eighth-note accompaniment. Measure 13 continues this pattern, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.
- YM V:** Treble clef. Measures 9-12 play a continuous eighth-note accompaniment. Measure 13 continues this pattern, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.
- YM VI:** Bass clef. Measures 9-12 play a continuous eighth-note accompaniment. Measure 13 continues this pattern, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.
- PSG I:** Treble clef. Measures 9-12 play a continuous eighth-note accompaniment. Measure 13 continues this pattern, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.
- PSG II:** Treble clef. Measures 9-12 play a continuous eighth-note accompaniment. Measure 13 continues this pattern, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.
- PSG III:** Bass clef. Measures 9-12 play a continuous eighth-note accompaniment. Measure 13 continues this pattern, while measures 14-16 show a descending eighth-note scale.

Nota. Transcripción de autoría propia.

Masato Nakamura demostró que era posible fusionar elementos de la música popular con la música de videojuegos, creando una experiencia auditiva que trascendía los límites del medio. El éxito de *Sonic The Hedgehog* y su banda sonora ayudó a definir la identidad de Sega en la competencia directa contra Nintendo

Figura 21.

Pantalla de Sonic The Hedgehog.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.giantbomb.com/green-hill-zone/3035-144/images/>).

El tema *Green Hill Zone* en particular ha sido versionado y reinterpretado en numerosas ocasiones, apareciendo en juegos posteriores de la serie y en conciertos de música de videojuegos. Nakamura sentó las bases de cómo una banda sonora bien diseñada puede potenciar

la identidad de un personaje y un juego, influenciando a compositores en la industria de los videojuegos durante décadas.

La música de *Sonic The Hedgehog*, con su innovador uso del sonido FM y la fusión de música pop y tecnología de videojuegos, dejó una huella profunda en la historia de la música para videojuegos. Masato Nakamura no solo creó una banda sonora que complementaba el ritmo rápido y la jugabilidad de Sonic, sino que también elevó la música de videojuegos a un nivel más artístico y emocional. *Sonic The Hedgehog* es un ejemplo perfecto de cómo la tecnología y la creatividad pueden trabajar juntas para crear una experiencia completa y memorable, tanto en términos de jugabilidad como de sonido.

CAPÍTULO V: DONKEY KONG COUNTRY

Donkey Kong Country, lanzado en 1994 para la consola Super Nintendo Entertainment System (SNES) de 16 bits lanzada en japon en 1990, fue desarrollado por la empresa británica Rare y producido por Nintendo. El proyecto fue dirigido por Tim Stamper y Gregg Mayles en el diseño, con la programación a cargo de Chris Sutherland y Mark Betteridge, la música fue compuesta principalmente por David Wise, *Donkey Kong Country* es un videojuego del género *platformer*, el jugador controla a Donkey Kong y su compañero Diddy Kong mientras intentan recuperar su reserva de plátanos, que ha sido robada por el malvado King K. Rool y sus secuaces, los Kremlings. A lo largo del juego, los jugadores deben atravesar diversos niveles llenos de obstáculos, enemigos y desafíos, utilizando habilidades como saltar, correr y montar animales aliados para superar cada nivel.

Figura 22.

Super Nintendo Entertainment System (SNES).



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SNES-Mod1-Consolle-Set.jpg#/media/File:SNES-Mod1-Console-Set.jpg>).

Con gráficos pre-renderizados avanzados y una banda sonora inmersiva, se convirtió en un clásico por su jugabilidad, su diseño visual y sonoro de alta calidad.

Figura 23.

Arte de la portada de Donkey Kong Country.



Nota. [Fotografía] extraída de (https://www.mariowiki.com/Gallery:Donkey_Kong_Country#/media/File:Boxart_dkc_front.png).

La SNES representó un salto significativo en las capacidades de audio para los videojuegos. Equipado con el chip Sony SPC700, dedicado al sonido era un co-procesador que según Abbott y Laggan (2021) este chip no sería de síntesis FM ni un PSG, sino que pertenece a una categoría diferente, era un sintetizador de tabla de ondas, a diferencia de los chips FM o PSG

que generan sonido mediante la manipulación de formas de onda simples o tonos generados a partir de osciladores, el SPC700 utiliza muestras digitalizadas para reproducir sonidos, lo que significa que puede manejar clips de audio reales como instrumentos o efectos grabados y modificarlos en tiempo real como dicho por Collins (2008) “volumen programables, efectos como reverberación, filtros, panoramización y generadores de envolvente, y disponía de un stock predefinido de instrumentos MIDI.”

Canales PCM de 8 voces estero, por lo que se podían panear. El SPC700 permitía la reproducción de estos 8 canales de audio simultáneamente, lo que significaba que los compositores podían trabajar con múltiples capas de sonido sin comprometer la claridad o la riqueza de la composición, esto permitió a los compositores trabajar con una mayor flexibilidad creativa que en consolas anteriores. Este chip, diseñado para manejar muestras de audio digitalizadas, ofrecía la posibilidad de incorporar sonidos más cercanos a la música convencional, lo que mejoró drásticamente la calidad y complejidad de las bandas sonoras en comparación con generaciones anteriores de consolas.

Pero a pesar de estas bondades del chip dedicado al sonido, los cartucho de la SNES contaba con una memoria de solo 64 KBs, que se dividían en los 8 canales, lo cual significaba que estas muestras de sonido debían ser pequeñas y no muy complejas tenía que ser un simple ciclo de forma de onda, y aun así Wise aprovechó al máximo las capacidades del chip SPC700 para componer la banda sonora de *Donkey Kong Country*. Wise pudo incorporar efectos ambientales y texturas sonoras que aumentaron la sensación de inmersión en el juego. Para *Aquatic Ambience*, el uso de efectos de reverberación y eco fue fundamental para recrear la sensación de estar bajo el agua, pero, ¿Cómo fue posible implementar tal complejidad de funciones con una memoria tan limitada?

La influencia musical de Wise Introdujo una novedad significativa al campo, como Bang Kelly, Jean-Michael Jarre y Garry Numan, básicamente música de los electrónica de los ochenta y atmosférica y ambiental con sintetizadores Según lo dicho en una entrevista para Game Informer (2019), por esta razón Wise tenía muchos sintetizadores pero el que lo influenció fue el funcionamiento Korg Wavestation que usaba un secuenciador de ondas, que toma cierto número de formas de ondas pequeñas que se reproducen en secuencia y así reproducir sonidos nuevos y cambiantes, esto no era algo que la SNES estuviera preparado para procesar, pero fue el concepto de secuenciar pequeñas formas de ondas lo que le dio la idea a Wise de hacer lo mismo en la consola de nintendo.

Wise quería implementar en el tema *Aquatic Ambience* un sonido que crece en el fondo, en volumen y tono, cosa que se creía imposible para el hardware que se trabajaba, muestrear algo de esa duración y complejidad hubiese excedido rápidamente la capacidad del cartucho, pero para poder alcanzar ese efecto, Wise grabó minuciosamente con el Korg Wavestation diferentes ondas a diferentes frecuencias y con diferente posición de filtro, para que al ponerlas en secuencia diera la sensación de que era el mismo sonido creciendo y cambiando, y todo esto se tenía que llevar al programa de codificación, una por una, usando 65C816 assembly usando notación hexadecimal, similar a la música del NES, esto según Wise en la entrevista de Game Informer (2019) le llevó cerca de 5 semanas armarlo solo para este tema.

Figura 24.

Clarke, M. mostrando cómo se programaba música en la SNES

```

t1p1 db  Inst,MogBass,adsr,$8e,$f6,v,1
      db  l1
      db  pan,$30,$10
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0
      db  pan,$10,$30
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0
      db  pan,$30,$10
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0
      db  pan,$10,$30
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0
      db  xx

t1lp db  lp
      dw  t1loop

t1p11 db  pan,$18,$10
      db  a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1
      db  pan,$10,$18
      db  a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1
      db  pan,$18,$10
      db  a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1
      db  pan,$10,$18
      db  a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1,a1
      db  xx

t1p2 db  pan,$30,$10
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0
      db  pan,$10,$30
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0

      db  pan,$30,$10
      db  d1,d1,d1,d1,d1,d1,d1,d1
      db  pan,$10,$30
      db  d1,d1,d1,d1,d1,d1,d1,d1

      db  pan,$30,$10
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0
      db  pan,$10,$30
      db  a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0,a0

      db  pan,$30,$10

```

Nota. [Fotografía] extraída de (<https://x.com/fromwithinuk/status/1600485087920930816>).

Esta técnica de secuencia de ondas se vuelve tan útil que la utiliza para crear otros efectos similares, y más adelante en el tema la utiliza el bajo para darle textura, y utiliza el paneo de los canales para darle más espacialidad a la composición, otra cosa que hace Wise es que cada canal no tiene un solo instrumento, sino que van cambiando dependiendo de lo que necesite el tema, por ejemplo el canal uno tiene el sonido de un chelo, hasta que en el compás quince cambia a un bajo sintetizado.

Figura 25.

Fragmento de Aquatic Ambience de Donkey Kong Country compuesto por David Wise.

$\text{♩} = 75$

Canal I

Canal II

Canal III

Canal IV

Canal V

Canal VI

Canal VII

Canal VIII

7

C. I

C. II

C. III

C. IV

C. V

C. VI

C. VII

C. VIII

2

11

C. I

C. II

C. III

C. IV

C. V

C. VI

C. VII

C. VIII

15

C. I

C. II

C. III

C. IV

C. V

C. VI

C. VII

C. VIII

Nota. Transcripción de autoría propia.

Aquatic Ambience es una de las más aclamadas. El tema, que acompaña los niveles subacuáticos, fue diseñado específicamente para sumergir al jugador en una atmósfera tranquila y relajante. La composición hace uso de acordes prolongados y texturas suaves que fluyen sin interrupciones, lo que contribuye a la sensación de serenidad que evoca el entorno acuático. Para crear este efecto, Wise utilizó el SPC700 para manipular muestras digitalizadas de sonido y añadir efectos de reverberación que simulaban la acústica del agua.

Figura 26.

Pantalla de Donkey Kong Country.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.ppe.pl/blog/89221/16604/recenzja-gry-donkey-kong-country-1994.html>).

El estilo de *Aquatic Ambience* es notablemente diferente del resto de la banda sonora del juego, la cual está marcada por ritmos más rápidos y dinámicos en los niveles terrestres. El uso de progresiones armónicas cíclicas en lugar de una estructura tradicional de estrofa-estribillo refuerza la sensación de inmersión continua, haciendo que el jugador se sienta completamente sumergido en el entorno acuático. Este enfoque minimalista fue inusual para la época, cuando la mayoría de las bandas sonoras de videojuegos eran más rítmicas y melódicas, lo que subraya la innovación técnica y creativa detrás de la composición.

El uso de muestras digitalizadas fue una de las innovaciones más importantes del SPC700. A diferencia de consolas anteriores, que solo podían generar tonos sintéticos, la SNES permitía grabar sonidos reales y procesarlos para su inclusión en las pistas musicales, estas técnicas le permitieron mantener una calidad de sonido alta sin comprometer la cantidad de pistas que podía incluir en el juego. La estructura de *Aquatic Ambience* está diseñada para crear una experiencia sensorial única. En lugar de seguir las convenciones tradicionales de las bandas sonoras de videojuegos, Wise optó por una pieza más ambiental, enfocada en la atmósfera y en la creación de un paisaje sonoro envolvente. El uso de sintetizadores y transiciones suaves entre los acordes contribuye a esta sensación de continuidad y calma, haciendo que el jugador se sienta completamente inmerso en el entorno acuático.

Aquatic Ambience no solo fue innovadora en términos técnicos, sino que también cambió la forma en que los compositores abordaban la música en los videojuegos. La capacidad de Wise para utilizar el SPC700 y crear una atmósfera envolvente a través de la música influyó en cómo se diseñaron los entornos sonoros en los videojuegos futuros, especialmente en niveles que requerían un enfoque atmosférico. La música de *Donkey Kong Country* demostró que la música en los videojuegos podía ser tanto funcional como artística, contribuyendo no solo a la jugabilidad sino también a la inmersión del jugador.

CAPÍTULO VI: DOOM

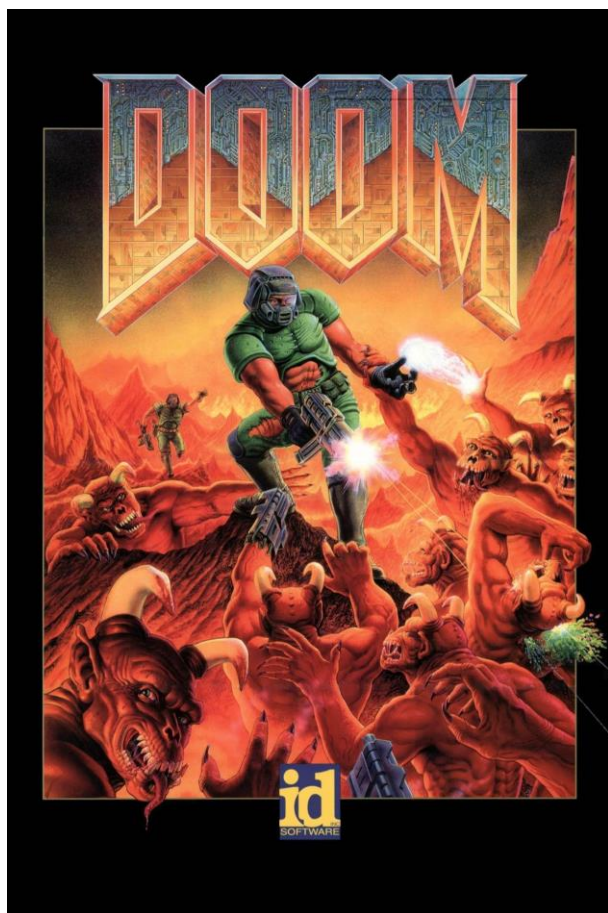
Doom, lanzado en 1993 para PC, fue desarrollado por id Software, el equipo de desarrollo estuvo liderado por John Carmack y John Romero, quienes revolucionaron el diseño de niveles y la jugabilidad en los videojuegos de la época. La música, compuesta por Robert Prince (Bobby Prince), contribuyó significativamente al ambiente y ritmo frenético del juego. *Doom* es un videojuego del género *first-person shooter*⁹, el jugador asume el papel de un marine espacial es enviado a Marte, donde debe luchar contra hordas de demonios que han atravesado las puertas del Infierno gracias a los experimentos fallidos de teletransportación, de un conglomerado militar-industrial. A lo largo de los niveles, el jugador debe sobrevivir usando una variedad de armas mientras resuelve puzles y navega por laberintos llenos de enemigos.

Doom salió originalmente para el sistema operativo MS-DOS de Microsoft, por lo que no salió para un hardware en específico, ya que este sistema operativo era compatible con múltiples computadoras personales, Personal Computer (PC), Al igual que muchos compositores de videojuegos de la época, Prince enfrentó el reto de trabajar con las limitaciones tecnológicas de los sistemas disponibles. Para *Doom*, se tomó la decisión de utilizar la tecnología MIDI (Musical Instrument Digital Interface), que permitía a los desarrolladores crear música adaptable y eficiente en términos de memoria, a la vez que ofrecía una mayor libertad creativa para los compositores.

⁹ First-person shooter: videojuego de disparos donde el jugador ve la acción desde la perspectiva del personaje, como si estuviera mirando a través de sus ojos. El objetivo es generalmente enfrentar y derrotar enemigos usando armas de fuego.

Figura 27.

Arte de la portada de Doom.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.imdb.com/title/tt0286598/mediaviewer/rm2880712705/>).

El uso de MIDI permitió a Prince experimentar con diferentes instrumentos digitales, como guitarras eléctricas y percusión, para crear una pieza que sonaba contundente en cualquier configuración de hardware. En lugar de utilizar grabaciones de audio pre-renderizadas, que habrían consumido mucho más espacio de almacenamiento, el uso de MIDI permitió a los compositores de *Doom* crear partituras más complejas que se reproducían en tiempo real. Esto no solo reducía significativamente el tamaño de los archivos de audio, sino que también

proporcionaba a los compositores una mayor libertad creativa para ajustar las composiciones en función del hardware de sonido disponible.

En los años 90, no todos los jugadores contaban con tarjetas de sonido de alta calidad, pero MIDI hacía posible que el tema sonara bien tanto en hardware básico como en equipos más avanzados. Esto fue una innovación importante, ya que permitió a *Doom* resonar de manera efectiva con una audiencia más amplia, independientemente del sistema que estuvieran utilizando.

MIDI también permitió una mayor personalización de la experiencia de audio para los jugadores. Dependiendo de la tarjeta de sonido instalada, los jugadores podían escuchar la música de manera diferente. Las tarjetas de sonido más avanzadas, como la Roland Sound Canvas o la Gravis Ultrasound, ofrecían una experiencia auditiva más rica y detallada, mientras que las tarjetas básicas aún podían ofrecer una reproducción decente del tema. Esto representó una evolución significativa en la manera en que los videojuegos gestionaban la música, otorgando a *Doom* una ventaja técnica que lo diferenciaba de otros juegos de la época. ya que permitía a los jugadores experimentar la música de manera diferente según el hardware de audio que tuvieran instalado en sus ordenadores, logrando un equilibrio entre calidad de sonido y recursos técnicos. MIDI, al no ser una grabación de audio tradicional, transmitía información digital sobre cómo debía reproducirse la música (notas, duración, instrumentos, etc.), lo que resultaba en archivos más pequeños y adaptables.

Figura 28.*Roland Sound Canvas SC-88 Pro.*

Nota. [Fotografía] tomada por Darklanlan (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roland_SC-88Pro.jpg#/media/File:Roland_SC-88Pro.jpg) CC BY 4.0. Ejemplo de cómo suena en este equipo (https://youtu.be/fwd3i_QRq_Q).

Uno de los temas más icónicos de *Doom* es *At Doom's Gate*, la primera pista que los jugadores escuchan al comenzar el juego. Este tema se destaca por su energía y carácter agresivo, está diseñado para capturar la intensidad y la atmósfera oscura del juego desde el primer momento, con un riff de guitarra repetitivo que establece un tono de urgencia y peligro. La simplicidad de la composición es efectiva, ya que refuerza el ritmo rápido del juego y mantiene al jugador en un estado de alerta constante. El estilo de la música, claramente inspirado en el heavy metal, refleja la brutalidad del combate contra los demonios y criaturas del inframundo.

At Doom's Gate rápidamente se convirtió en un símbolo del juego. La composición está influenciada por bandas de heavy metal y thrash metal, como Metallica y Slayer, géneros que transmiten la agresividad y el ritmo rápido que caracteriza tanto la música como la jugabilidad de *Doom*. La naturaleza repetitiva del tema ayuda a mantener el ritmo sin distraer al jugador de la acción principal. A diferencia de otros géneros de videojuegos que podrían utilizar música más melódica o suave, *Doom* optó por un enfoque que potenciaba la adrenalina del jugador, y *At Doom's Gate* fue clave para establecer este tono.

Dicho por Collins (2008) el sonido envolvente surgió casi al mismo tiempo que este nuevo género llamado *first-person shooter*, siendo *Doom* el juego de este género más famoso en esa época, también destaca los sonidos ambientales, ya que en este nuevo medio en 3D se requería la sensación de espacialidad sonora, los sonidos de los demonios tenían un sistema sencillo de proximidad, mientras más lejos estaban, más despacio sonaba, y si estaban cerca de jugador, sonaban fuerte.

Figura 29.

Fragmento de At Doom's Gate de Doom compuesto por Robert Prince.

$\text{♩} = 221$

Guitarra Eléctrica I

Guitarra Eléctrica II

Bajo Eléctrico

Batería

5

Gtr. E. I

Gtr. E.

Baj. El.

Bat

9

Gtr. E. I

Gtr. E.

Baj. El.

Bat

13

Gtr. E. I

Gtr. E.

Baj. El.

Bat

2

17

Gtr. E. I

Gtr. E.

Baj. El.

Bat

21

Gtr. E. I

Gtr. E.

Baj. El.

Bat

25

Gtr. E. I

Gtr. E.

Baj. El.

Bat

30

Gtr. E. I

Gtr. E.

Baj. El.

Bat

Nota. Transcripción de autoría propia. (<https://youtu.be/cBnyGG4nng4>).

Figura 30.

Pantalla de Doom.



Nota. [Fotografía] extraída de (https://store.steampowered.com/app/2280/DOOM_DOOM_I [I](#)).

At Doom's Gate se convirtió en una de las pistas más icónicas de los videojuegos de la década de 1990. Su uso del heavy metal y la tecnología MIDI ayudó a definir un nuevo estándar para la música de videojuegos, especialmente en el género de disparos en primera persona. La banda sonora de *Doom* no solo era efectiva desde un punto de vista técnico, sino que también amplificaba la experiencia emocional del jugador. La música, combinada con la jugabilidad intensa de *Doom*, ofrecía una experiencia inmersiva que resonaba profundamente con los jugadores.

El legado de *At Doom's Gate* se ha mantenido vigente a lo largo de los años, con múltiples versiones y remezclas que han aparecido en lanzamientos posteriores de la serie *Doom*, así como en la cultura de los videojuegos en general.

La música de *Doom* es un claro ejemplo de cómo la evolución de la tecnología influyó en la creatividad de los compositores de videojuegos. El uso de MIDI permitió a Bobby Prince superar las limitaciones tecnológicas de la época, creando una banda sonora potente y envolvente que elevó la intensidad del juego. *At Doom's Gate* no solo fue innovadora desde un punto de vista técnico, sino que también dejó una huella duradera en la música de videojuegos, estableciendo un estándar en la creación de bandas sonoras para títulos de acción.

El impacto de *Doom* en la industria de los videojuegos fue profundo, y su música, que combinaba tecnología avanzada y un estilo musical agresivo, jugó un papel fundamental en el éxito del juego. *At Doom's Gate* sigue siendo un tema influyente en la música de videojuegos, destacando cómo la tecnología y la creatividad pueden converger para crear experiencias de juego inolvidables.

CAPÍTULO VII: TONY HAWK'S PRO SKATER

Tony Hawk's Pro Skater, lanzado en 1999 para la consola PlayStation (PS) de 32 bits lanzada en japon en 1994, fue desarrollado por Neversoft y publicado por Activision. El juego fue diseñado por Ralph D'Amato y Joel Jewett, quienes trabajaron en estrecha colaboración con el equipo de producción para capturar la esencia de la cultura del skateboarding. *Tony Hawk's Pro Skater* es un videojuego del género de *Sports* en el que el jugador puede controlar a un diferentes patinadores profesionales a elección y realiza trucos en escenarios urbanos y skateparks. A lo largo de diferentes niveles, el jugador debe completar objetivos, acumular puntos y desbloquear nuevas tablas y personajes.

Figura 31.

PlayStation.

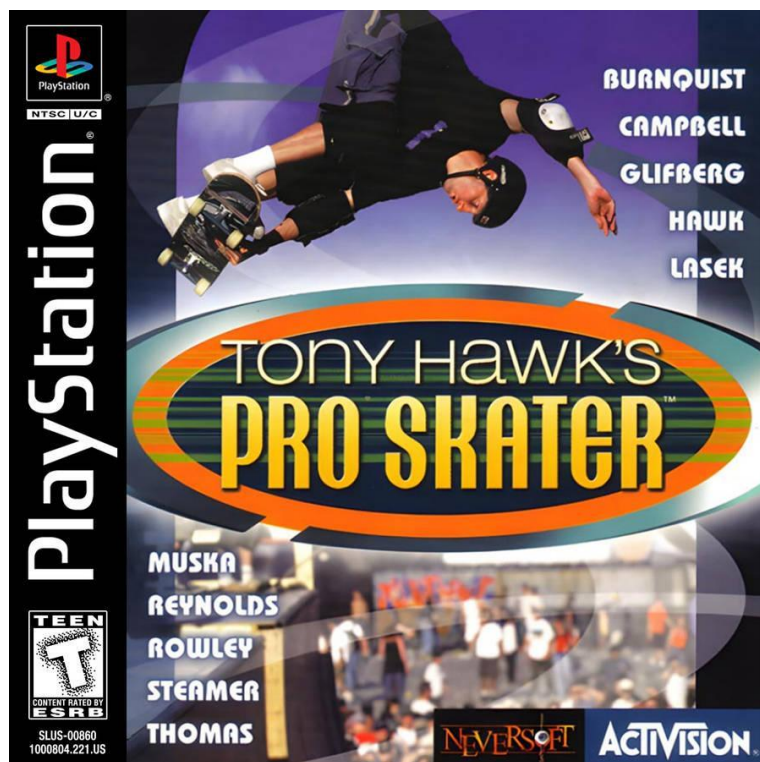


Nota. [Fotografía] extraída de (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSX-Console-wController.png#/media/File:PSX-Console-wController.png>).

No solo fue innovador en su jugabilidad y gráficos, sino también en su banda sonora, que incorporó canciones licenciadas, compuesta por una mezcla de canciones de punk, rock e hip-hop, se convirtió en un aspecto fundamental del juego, reflejando la energía y la rebeldía de la cultura del skate.

Figura 32.

Arte de la portada de Tony Hawk's Pro Skater.



Nota. [Fotografía] restaurada digitalmente por Insanity-Designs (<https://www.deviantart.com/insanity-designs/art/Tony-Hawk-s-Pro-Skater-SLUS-00860-PS1-Cover-Art-1059530842>).

La PlayStation basada en la tecnología CD-ROM, integraba el chip Sony CXD2938Q que era un Sound Processing Unit (SPU), que ofrecía capacidades de audio avanzadas en comparación con consolas anteriores. Según Abbott y Laggan (2021) el Sony CXD2938Q podía manejar hasta 24 canales de sonido en estéreo y permitía el uso de sonido PCM y ADPCM, lo

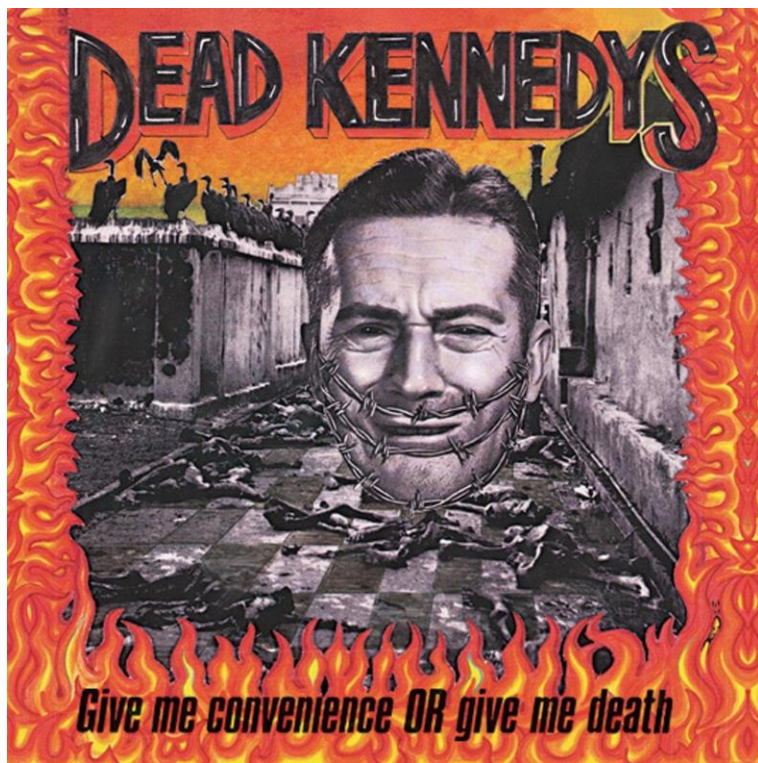
que facilitaba la integración de pistas de música grabadas y efectos de sonido complejos. Con su DAC de 16 bits y capacidad de muestreo de hasta 44.1 kHz, calidad de CD, con 512K de RAM aunque sólo 508K están disponibles para muestras, los archivos de audio estaban en un formato llamado Red Book (CD-DA) que transmisión de audio sin comprimir directamente desde el CD. El audio Red Book no exigía mucho a la SPU, era fácil de implementar, esto permitió a los desarrolladores incluir canciones sin comprimir y efectos sonoros detallados, que mejoraban significativamente la experiencia de juego y aumentaban la inmersión. Este avance tecnológico permitió que la música y los efectos de sonido se mezclaran dinámicamente durante el juego, ajustándose al rendimiento del jugador y creando una experiencia sonora única e inmersiva. Gracias a esta tecnología, Tony Hawk's Pro Skater pudo integrar canciones licenciadas completas sin comprimir, lo que maximizaba la fidelidad del audio y ofrecía una experiencia más envolvente. La PlayStation ofrecía soporte MIDI para facilitar la escritura de la música el sistema MIDI de la PlayStation usaba el chip de sintetizador integrado. El uso de MIDI en el juego permitía disponer de más espacio para liberar parte del tiempo de carga del CPU para los extensos gráficos 3D del juego y así permitir transiciones más rápidas entre las pistas y una partitura más dinámica.

La banda sonora de Tony Hawk's Pro Skater es una de las más emblemáticas en la historia de los videojuegos, y fue crucial para el éxito y la autenticidad del juego. Compuesta por temas de bandas reconocidas de punk y rock alternativo, la música del juego se destacó por incorporar canciones de The Suicide Machines, Dead Kennedys, Goldfinger, Primus y otros artistas del género. Esta selección musical no solo acompañaba la jugabilidad, sino que también inmortalizó la cultura del skateboarding de finales de los 90, consolidando un vínculo emocional con los jugadores. La banda sonora fue cuidadosamente seleccionada para capturar la intensidad

de las maniobras y el ritmo del skate, mejorando la experiencia inmersiva del jugador. Entre los temas más destacados de la banda sonora se encuentra *Police Truck* de Dead Kennedys. Esta canción, con su energía cruda y su temática provocadora, encaja perfectamente con la atmósfera rebelde del juego. La música de Dead Kennedys ayudó a capturar el espíritu subversivo del skate, al mismo tiempo que proporcionaba un trasfondo sonoro enérgico para realizar maniobras en el juego. *Police Truck* suena en varios niveles, y su rápido ritmo y sus riffs intensos acompañan la acción del jugador, elevando la adrenalina y sumergiéndolo en la experiencia de skateboarding urbano.

Figura 33.

Portada de Police Truck de Dead Kennedys.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://youtu.be/FV1YVZV-Wb8>).

La música pregrabada permitió una experiencia auditiva más rica y realista que nunca se había visto en los videojuegos. Al escuchar temas auténticos de artistas reconocidos, los jugadores se sentían inmersos en la cultura del skate. Las canciones no solo servían de fondo musical, sino que influían directamente en la atmósfera de cada nivel, creando un vínculo entre la música y las acciones del jugador. La combinación de maniobras de skate y una banda sonora auténtica daba a los jugadores una sensación de libertad y desafío, evocando la experiencia real del skateboarding.

La inclusión de música pregrabada también marcó un cambio en la forma en que los desarrolladores de videojuegos seleccionaban bandas sonoras. En lugar de música compuesta específicamente para el juego, el uso de canciones comerciales dio a *Tony Hawk's Pro Skater* un atractivo adicional y ayudó a introducir a muchos jugadores a bandas que, de otra manera, no habrían conocido. Esta estrategia estableció un estándar para los futuros juegos de deportes extremos, donde la autenticidad y la representación de la cultura real se volvieron esenciales para la inmersión del jugador.

La PlayStation de Sony permitió la inclusión de pistas de música pregrabadas, lo que significó un cambio significativo en comparación con las generaciones anteriores de consolas, donde los temas musicales eran sintetizados en lugar de grabados. Esta tecnología hizo posible que *Tony Hawk's Pro Skater* presentara canciones reales en lugar de música generada digitalmente, lo que añadió autenticidad y profundidad al juego. La música de fondo era dinámica y variaba según el tiempo de juego, lo que mantenía al jugador inmerso en la experiencia. La selección de temas fue cuidadosamente sincronizada con la intensidad y el ritmo del juego, proporcionando una experiencia auditiva cohesionada que complementaba los trucos y maniobras del skate.

Figura 34.

Pantalla de Tony Hawk's Pro Skater.



Nota. Captura de pantalla

La música de *Tony Hawk's Pro Skater* no solo definió el tono del juego, sino que también tuvo un impacto duradero en la cultura popular y en la industria de los videojuegos. La banda sonora se convirtió en un punto de referencia para otros juegos de deportes extremos y ayudó a popularizar a las bandas y géneros musicales asociados con la cultura del skate. El éxito de la música de *Tony Hawk's Pro Skater* demostró la importancia de la banda sonora en la creación de experiencias de juego memorables y ayudó a establecer un estándar para los juegos de deportes que vendrían después.

La música de *Tony Hawk's Pro Skater* trascendió el videojuego, dejando un legado cultural que perdura hasta hoy. Con la capacidad de la PlayStation para reproducir pistas de música reales, el equipo de desarrollo pudo capturar la esencia de la cultura del skate a través de una selección musical auténtica e inspiradora. *Tony Hawk's Pro Skater* es un ejemplo claro de cómo una banda sonora puede influir profundamente en la jugabilidad y en la identidad de un juego, y cómo la evolución tecnológica de las consolas permite a los desarrolladores crear experiencias auditivas que resuenan emocionalmente con los jugadores.

CAPÍTULO VIII: SHADOW OF THE COLOSSUS

Shadow of the Colossus, lanzado en 2005 para la consola PlayStation 2 (PS2) de 64 bits lanzada en japon en el año 2000, fue desarrollado por el Team Ico y dirigido por Fumito Ueda, con la música compuesta por Kō Ōtani. *Shadow of the Colossus* es un videojuego del género *action-adventure*¹⁰, el jugador controla a Wander, el cual viaja en compañía de su yegua Agro a una tierra prohibida, para ver a un ser llamado Dormin el cual controla las almas de los muertos, para así recuperar el alma de una joven llamada Mono la cual fue sacrificada por tener un destino maldito, para hacer esto Dormin encomienda a Wander a destruir dieciséis ídolos de piedra que están en el templo llamado “Santuario de adoración”, pero estas piedras solo pueden ser destruidas al derrotar a los dieciséis colosos que encarnan a estos ídolos, pero Dormin le advierte que el precio a pagar es muy alto.

Figura 35.

PlayStation 2.



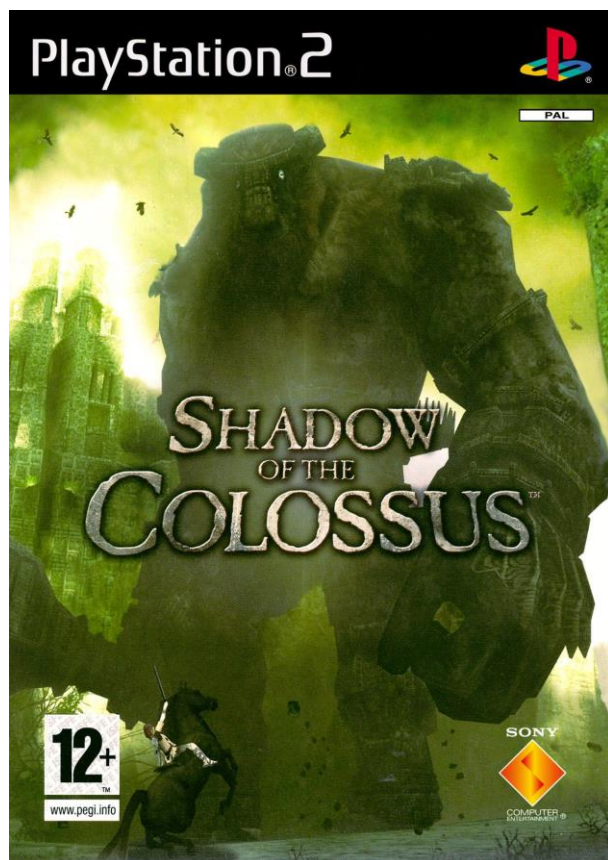
¹⁰ Action-adventure: Un action-adventure game es un videojuego que combina acción, combate y desafíos físicos con elementos de aventura exploración, resolución de acertijos y narrativa, ofreciendo una experiencia variada y rica en historia.

Nota. [Fotografía] extraída de (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sony-PlayStation-230001-wController-L.png#/media/File:Sony-PlayStation-2-30001-wController-L.png>).

La banda sonora de *Shadow of the Colossus* es fundamental para crear la atmósfera melancólica y épica del juego. Cada pieza musical se integra en momentos específicos, subrayando la inmensidad de los colosos y reforzando la narrativa emocional y la interacción con el jugador.

Figura 36.

Arte de la portada de Shadow of the Colossus.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/2129-shadow-of-the-colossus>).

La PlayStation 2 que de acuerdo con Collins (2008) almacenaba sus juegos en formato DVDs capaces de almacenar 5,7 gigabytes, presentó avances significativos en cuanto a audio, utilizando el chip SPU2, que dicho por Abbott y Laggan (2021) era una unidad de procesamiento de sonido avanzada que ofrecía 48 canales de audio ADPCM y 2 MB de memoria de sonido. Aunque en apariencia se trataba de dos unidades SPU de la PlayStation 1 "pegadas", el SPU2 ofrecía una mayor capacidad de reproducción y modulación de audio, lo que permitía una mayor fidelidad sonora. La PS2 era capaz de reproducir audio a una frecuencia de muestreo máxima de 48 kHz, lo que permitía un sonido más detallado y realista. Una de las principales ventajas del SPU2 era su capacidad para manejar audio PCM sin comprimir, lo que permitió a los compositores trabajar con audio de alta calidad y aprovechar técnicas de streaming de audio, algo que no era posible en consolas anteriores. Esta mejora tecnológica hizo que los efectos sonoros y la música pregrabada en estudio fueran elementos clave en muchos títulos de la PS2.

La consola también soportaba tecnologías avanzadas de audio envolvente, como Dolby Pro Logic II, lo que añadía panoramización trasera para una experiencia sonora envolvente. A pesar de todos estos avances el Team Ico se enfrentó a las limitaciones de memoria, que requerían optimizar el uso del SPU2 para mantener un equilibrio entre la calidad del audio y la eficiencia de procesamiento, ya que este juego es uno de los más demandantes para la consola. Aunque la PS2 permitía la reproducción de audio PCM sin comprimir, la necesidad de optimizar el rendimiento durante el juego obligaba a comprimir la calidad del sonido en algunos momentos. Esta limitación significaba que, durante las secuencias cinemáticas, el sonido podía ofrecer una experiencia envolvente de alta calidad, pero cuando el sistema se centraba en otras tareas en tiempo real, como la inteligencia artificial y los gráficos, la música y los efectos de sonido a menudo se reducían a un sonido estéreo de dos canales. La música en *Shadow of the*

Colossus juega un papel narrativo, especialmente en las batallas contra los colosos, donde se utilizan distintos temas para reflejar la progresión del combate. Un ejemplo notable es el uso de los temas *Grotesque Figures* y *Revived Power* que se reproducen en sincronía con el desarrollo de la batalla. Al inicio del enfrentamiento con el sexto coloso, cuando el jugador se encuentra bajo este y explora el entorno en busca de puntos débiles, suena *Grotesque Figures*. Este tema es sombrío, con un ritmo lento y profundo que enfatiza la inmensidad de la criatura, reforzando la vulnerabilidad del jugador frente a estas bestias colosales. Las cuerdas y el bajo producen una atmósfera que evoca el peligro y la soledad.

Figura 37.

Fragmento de Grotesque Figures compuesto por Kō Ōtani.

1 $\text{♩} = 130$ 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Flauta 1, 2 *ff*

Oboe 1, 2 *ff*

Clarinete en Si♭ 1, 2 *ff*

Fagot 1, 2 *ff*

Corno en Fa 1, 2 *ff*

Corno en Fa 3, 4 *ff*

Trompeta en Si♭ 1 *ff*

Trompeta en Si♭ 2, 3 *ff*

Trombón *ff*

Trombón contrabajo *ff*

Tuba *ff*

Timpani *ff*

Platillos *ff*

Toms *ff*

Snare Drum *ff*

Harp

Piano *ff*

Violín 1 *ff*

Violín 2 *ff*

Viola *ff*

Violonchelo *ff*

Contrabajo *ff*

2

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Fl. 1, 2

Ob. 1, 2

Cl. en Si $\flat$ 1, 2

Fg. 1, 2

Cor. en Fa 1, 2

Cor. en Fa 3, 4

Tpt. en Si $\flat$ 1

Tpt. en Si $\flat$ 2, 3

Tbn.

Tbn. Cb.

Tba.

Timp.

Plat.

Toms

SD

Hrp.

Pno.

Vln. 1

Vln. 2

Vla.

Vc.

Cb.

Nota. Partitura transcrita por VGOScore (<https://youtu.be/WJi0KiiIW5M>).

A medida que el jugador encuentra una manera de subir al coloso, el tema transiciona mediante un crossfade hacia el tema *Revived Power*, un tema más rápido y lleno de movimientos ascendentes que transmiten una sensación de triunfo. Esta pieza destaca por su energía rítmica y su melodía enérgica que reflejan el cambio de dinámica: el jugador ya no solo se enfrenta al coloso, sino que ahora tiene la ventaja y está más cerca de derrotarlo. Esta transición musical es crucial para la narrativa del juego, pues a través del crossfade, Ōtani consigue que el cambio en la música refleje el cambio en la situación, para hacer sentir poder al jugador, incentivando a este a seguir escalando para derrotar al coloso, intensificando la experiencia y la intención del juego al jugador y reforzando la relación emocional con el enfrentamiento.

Esta técnica compositiva se llama música adaptativa horizontal, la cual consiste en que cuando un tema termina, o en este caso, se necesita cambiar de tema para evocar otra sensación, se hace mediante un crossfade entre los dos temas de forma que no se perciban. El SPU2 es esencial para permitir transiciones, como el crossfade entre *Grotesque Figures* y *Revived Power*, adaptando la música a las acciones del jugador sin interrupciones y aumentando la inmersión.

Figura 38.

Fragmento de la partitura de Revived Power de Kō Ōtani.

Tempo: $\text{♩} = 105$

1 2 3 4

Flauta 1, 2 *ff* *f*

Oboe 1, 2 *ff* *f*

Clarinete en Si $\flat$ 1, 2 *ff* *f*

Fagot 1, 2 *ff* *f*

Corno en Fa 1, 2 *ff* *f*

Corno en Fa 3, 4 *ff* *f*

Trompeta en Si $\flat$ 1 *ff*

Trompeta en Si $\flat$ 2, 3 *ff*

Trombón *ff* *f*

Trombón contrabajo *ff* *f*

Tuba *ff* *f*

Timpani *ff* *f*

Platillos *ff* *f*

Toms *ff* *f*

Snare Drum *ff* *f*

Harp *ff* *f*

Piano *ff* *f*

Violín 1 *ff* *f*

Violín 2 *ff* *f*

Viola *ff* *f*

Violonchelo *ff* *f*

Contrabajo *ff* *f*

2

This musical score page displays measures 5 through 8 of a symphony. The instrumentation includes:

- Flutes (Fl. 1, 2):** Play a melodic line with grace notes and slurs.
- Oboes (Ob. 1, 2):** Play a similar melodic line to the flutes.
- Clarinets in B-flat (Cl. en Si♭ 1, 2):** Play a melodic line with grace notes.
- Bassoon (Fg. 1, 2):** Provides a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Cor Anglais (Cor. en Fa 1, 2 and 3, 4):** Play a melodic line with grace notes.
- Trumpets (Tpt. en Si♭ 1 and 2, 3):** Remain silent in these measures.
- Trombones (Tbn. and Tbn. Cb.):** Play a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Tuba (Tba.):** Provides a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Timpani (Timp.):** Play a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Plaque (Plat.):** Play a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Toms (Toms):** Play a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Snare Drum (SD):** Play a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Harp (Hrp.):** Play a melodic line with grace notes.
- Piano (Pno.):** Provides a complex harmonic accompaniment with chords and moving lines.
- Violins (Vln. 1 and 2):** Play a melodic line with grace notes.
- Viola (Vla.):** Play a melodic line with grace notes.
- Violoncello (Vc.):** Play a rhythmic accompaniment with eighth notes.
- Double Bass (Cb.):** Play a rhythmic accompaniment with eighth notes.

The score is written for measures 5, 6, 7, and 8, with measure numbers indicated above the first staff of each measure.

Nota. Partitura transcrita por VGOScore (<https://youtu.be/JV4rxoPdvY>).

En una entrevista para Tong. S. (2011) Fumito Ueda, director del juego, dijo que quería una banda sonora que complementara los impresionantes escenarios del mundo y pudiera agregar una emoción sombría a la jugabilidad en general, la música fue compuesta con el objetivo de que fuera una epopeya tradicional de Hollywood, además, también agregó que el desarrollo de la música de *Shadow of the Colossus* comenzó junto con el del juego y no después como se hacía normalmente en el medio. Con esto se da a entender que la banda sonora se quería diferenciar de la música convencional de videojuegos, y quería ser más cinematográfico, que la música se desarrollara en conjunto con el videojuego refleja lo importante que era está en el videojuego y en cómo se contaría la historia, de esta forma la música acompaña dinámicamente a lo sucedido en el videojuego, como se hacen con la música en el cine.

Figura 39.

Pantalla de Shadow of the Colossus.



Nota. Captura de pantalla

La música de *Shadow of the Colossus* es una parte integral de la experiencia emocional del juego, crucial para capturar la majestuosidad y la inmersión en el título. Ōtani aprovechó estas limitaciones al hacer que la música se desplegara de manera selectiva y precisa, solo en momentos clave, antes o mientras se enfrenta a los colosos, los cuales normalmente eran tres o dos por coloso, intro, fase uno, fase dos y fase tres, algunos colosos no tienen música de intro, y solo el coloso décimo tercero tiene fase tres, la fase uno es cuando el jugador aún no sube al coloso, y la fase dos es cuando el jugador escala al coloso.

Y en el resto del juego se experimentaba completo silencio, Kō Ōtani utilizó el silencio como un recurso artístico clave, evidenciando la soledad y aislamiento de Wander mientras navega por los abrumadores paisajes vacíos en busca de los colosos, permitiendo que los efectos de sonido y los ambientes sonoros –como el viento y el eco de los pasos de Agro y Wander– contribuyeran a la atmósfera general del juego. Este contraste entre momentos de silencio absoluto y la música dramática durante las batallas contra los colosos amplifica el impacto emocional de los enfrentamientos, creando una experiencia única que sumerge al jugador en el mundo del juego, de esta manera, se logró una experiencia sonora que resonaba emocionalmente con el jugador sin sobrecargar el sistema.

Shadow of the Colossus estableció un nuevo estándar en el diseño de sonido de videojuegos al demostrar cómo la música y los efectos pueden integrarse de manera que no solo acompañen, sino que amplifiquen la narrativa y la experiencia emocional. La banda sonora de Ōtani y el sistema de sonido de la PS2 permitieron crear una experiencia inmersiva y envolvente que enfatiza la relación del jugador con el mundo y los colosos. Esta técnica, especialmente el uso de crossfades entre temas como *Grotesque Figures* y *Revived Power*, se ha convertido en

una referencia para otros juegos, mostrando cómo el sonido puede ser una herramienta poderosa en la narrativa interactiva de un videojuego.

Con su enfoque innovador en el uso de música adaptativa, *Shadow of the Colossus* sigue siendo un ejemplo destacado de cómo la tecnología puede servir de inspiración para la creatividad, ya que sin esta tecnología el compositor no podría profetizar el momento exacto en el que el jugador escala al coloso y por ende, cuando cambiar la música, estableciendo un legado duradero en el ámbito de la música para videojuegos.

CAPÍTULO IX: JOURNEY

Journey, lanzado en 2012 para la PlayStation 3 (PS3), lanzada en japon el 2006, desarrollado por Thatgamecompany y dirigido por Jenova Chen y la música es compuesta por Austin Wintory. *Journey* es un videojuego del género *art game*¹¹, el jugador controla a un misterioso viajero cubierto con una túnica, que recorre vastos paisajes desérticos con el objetivo de llegar a la cima de una montaña brillante en el horizonte. A lo largo del camino, se puede interactuar con otros jugadores de manera cooperativa sin palabras, fomentando la exploración, la conexión emocional y una experiencia visual y sonora inmersiva. *Journey* se destaca por su estilo artístico minimalista, su música adaptativa y su narrativa simbólica sobre el viaje personal y espiritual.

Figura 40.

PlayStation 3.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sony-PlayStation-3-CECHA01-wController-L.png#/media/File:Sony-PlayStation-3-CECHA01-wController-L.png>).

¹¹ Art game: Videojuego diseñado principalmente como una forma de expresión artística. Busca provocar emociones o reflexiones en el jugador a través de su estética, narrativa y mecánicas, más allá del entretenimiento tradicional.

Esta banda sonora se ajusta dinámicamente a las acciones del jugador, lo cual termina proporcionando una experiencia única y personalizada para cada recorrido realizado por los jugadores.

Figura 41.

Arte de la portada de Journey.



Nota. [Fotografía] extraída de (https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-551663226-journey-juego-ps3-original-playstation-3-_JM).

La PlayStation 3, que almacenaba sus juegos en formato Blu-ray Disc, representó un avance significativo en términos de capacidades de audio. Collins (2008) expone que la PS3 contaba con un procesador, conocido como Cell, y se encarga de los gráficos y otras funciones del juego, como la IA, por lo que el audio debe seguir compitiendo por la memoria compartida del sistema y el procesamiento de la CPU. Collins también añade que la PS3 era capaz de ejecutar 512 canales y aplicar distintos filtros DSP en tiempo real, y transmitir audio en 7.1 a 96

kB, a pesar de seguir teniendo algún tipo de limitaciones, esta consola ya es básicamente un computador y ya podía igualar con la tecnología en el medio de la musical convencional. La música de *Journey* se benefició enormemente de esta tecnología, permitiendo que los temas musicales se adaptaran al instante a las acciones del jugador. En lugar de utilizar bucles repetitivos, Wintory desarrolló un sistema en el que la música reaccionaba de manera fluida a las interacciones del jugador, creando una experiencia musical continua y orgánica.

De acuerdo con Kuchera (2012) El proceso creativo entre Jenova Chen y Austin Wintory comenzó cuando Chen invitó a Wintory a cenar y le presentó su visión para el juego. Durante la conversación, Chen habló sobre Joseph Campbell y el concepto del "viaje del héroe", detallando cómo *Journey* debía inspirar sentimientos de soledad, belleza y reflexión. Chen presentó a Wintory un desafío importante, requería una pieza musical que sirviera de guía conceptual para el equipo de desarrollo. Para que esta composición inicial no solo estableciera el tono emocional de *Journey*, sino que también alineara a todos los miembros del proyecto en una misma visión creativa, facilitando una coherencia artística desde las primeras etapas del desarrollo. La claridad de la visión de Chen dejó una marca profunda en el compositor, quien, al llegar a su auto, ya tenía el tema musical del juego en mente, así que grabó un mensaje de voz cantando la música, para más tarde grabarla en su estudio con la violonchelista Tina Guo

El proceso de composición para *Journey* fue altamente colaborativo. Austin Wintory para una entrevista con Nofi (2012) dijo que trabajó estrechamente con Steve Johnson quien era el diseñador de sonido, para crear el mundo sonoro del videojuego, añadiendo que el diseño sonoro es lo que hace que el audio sea excelente, en una relación simbiótica entre la banda sonora y los sonidos del juego. Thatgamecompany le dio instrucciones detalladas sobre cómo implementar la música en videojuego, y al también jugar videojuegos y tener un poco de experiencia en la

programación no le fue un problema comunicarse con el equipo para implementar la música en *Journey*, el objetivo era que pareciera que la música se desarrolla en tiempo real, dando la impresión de que un compositor invisible estaba siguiendo al jugador. Ajustando la música en función de cómo esta interactuaría con el jugador, lo que le permitió desarrollar un sistema musical dinámico que se adaptaba a los movimientos y decisiones del jugador en tiempo real.

La banda sonora fue diseñada para integrarse profundamente en la experiencia del jugador. A lo largo del juego, la música cambia y se adapta en respuesta a las acciones y la progresión del jugador, proporcionando una narrativa sonora que se desarrolla de manera orgánica. En esta misma entrevista Wintory dice que en *Journey* solo hay un tema, y que evoluciona a lo largo de todo el juego en diferentes formas y variaciones, y este se adapta a la interacción con el entorno y a los encuentros con otros jugadores. A medida que el jugador explora el desierto o se adentra en los templos, la música transita suavemente entre diferentes motivos y atmósferas, lo que refuerza la sensación de viaje y descubrimiento.

Esta técnica compositiva es conocida como música adaptativa vertical, en la cual los elementos musicales se añaden o retiran en tiempo real en función de las interacciones del jugador. A medida que el jugador interactúa con distintos elementos en el entorno del juego, se desencadenan capas musicales que varían según la situación, lo que permite que la música evolucione dinámicamente. En lugar de una pista pregrabada, esta técnica utiliza capas musicales independientes, organizadas por instrumento, para responder a las acciones del jugador, generando una experiencia sonora continuamente cambiante y única para cada jugador, a medida que el jugador avanza en este viaje la música nos acompaña como si fuera un compañero más, respecto a esto Kuchera (2012) Wintory dijo:

“The music is always designed and composed, from the beginning, by asking what will the interaction be with this piece. Is this something the player will activate? Is it used as a narrative device? Are we suggesting something to the player? Will they will react to the music? Should it exist in an atmospheric way to add subtext to the environment?” he said. “All of these things interweave, and you have this kind of subtext-minded piece, and then once the player does something, it reorients what the music is doing, and you have this moment.” [La música siempre se diseña y compone, desde el principio, preguntándose cuál será la interacción con esta pieza. ¿Es algo que el jugador activará? ¿Se utiliza como recurso narrativo? ¿Estamos sugiriendo algo al jugador? ¿Reaccionará a la música? ¿Debería existir de forma atmosférica para añadir un subtexto al entorno?, él dijo. Todas estas cosas se entrelazan, y tienes esta especie de pieza con subtexto, y entonces, una vez que el jugador hace algo, reorienta lo que la música está haciendo, y tienes este momento].

Aunque no se mencionó previamente, este es un juego completamente online. Lo que distingue a este título es su enfoque inusual sobre la interacción, en juego el jugador es totalmente anónimo, y los jugadores no tienen forma de saber con quién están compartiendo la experiencia. La única vía de comunicación disponible es a través de los cantos de los personajes, los cuales tienen un sonido similar al de campanas. Ni tampoco cuándo te encontrarás con otro jugador ya que te los puedes encontrar en cualquier punto del juego, y cuando los jugadores deciden acompañarse mutuamente en su travesía, se agregan nuevas capas de instrumentos desde el punto en el que se encontraron, integrándose, hasta que se vuelvan a separar o cuando terminen el recorrido. Los cantos de los personajes están diseñados para interactuar con la música del juego, ajustando su tono cada vez que se emiten, de manera que se mantenga una

armonía con la música de fondo y se evite la disonancia que podría distraer al jugador, trayendo así también un elemento nuevo, el interactivo, la música ya no es solo adaptativa sino que interactúa de manera directa con la música, haciendo que el jugador añada contenido a la música de fondo, haciendo partícipe al jugador de la composición convirtiéndose en parte del ambiente sonoro. Uno de los elementos clave en la música de *Journey* es el uso del violonchelo, interpretado por Tina Guo, como símbolo que representa al jugador. Wintory diseñó la banda sonora como si fuera un "concierto para violonchelo", en el que el jugador es el solista, y los demás instrumentos representan el mundo y las interacciones con otros jugadores. El tema principal de la música se presenta de manera directa en la pieza "Nascence", y a lo largo del juego, el violonchelo evoluciona, reflejando el crecimiento y el progreso del personaje.

Uno de los momentos más icónicos de *Journey* es la sección conocida como el "deslizamiento por las dunas". Aquí, la música se vuelve más dinámica y energética, con la orquesta completa entrando en acción mientras el jugador se desliza por el paisaje, en sincronía perfecta con los movimientos y la cámara del juego. Este uso de la música adaptativa permite que cada jugador experimente el viaje de manera única, pues la música responde directamente a sus acciones y decisiones.

Figura 42.

Pantalla de Journey.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://store.steampowered.com/app/638230/Journey/>).

Para crear transiciones suaves entre secciones musicales, se usaron técnicas avanzadas de mezcla en tiempo real que permitían que los distintos temas se fundieran sin cortes abruptos. Esto no solo ayudó a conservar la inmersión del jugador, sino que también permitió que la música se sintiera como una extensión natural del juego, reforzando la narrativa sin necesidad de cargar más datos de los necesarios.

Después del lanzamiento de juego, Wintory publicaría el 10 de abril de 2012 un álbum que incluye la música más importante del juego, pero organizada de una manera diferente a como está en el juego, reelaborando la música para que se tuviera una experiencia óptima de escucha por la naturaleza cambiante de la música en el juego, “because on its own it didn’t work for me at all. Doing a straight audio capture of the music in-game would produce the WORST

album imaginable. At least that's how I feel" [porque por sí sola no me funcionó en absoluto. Hacer una captura de audio directa de la música en el juego produciría el PEOR álbum imaginable. Al menos eso es lo que siento] (Nofi, 2012), agregando que, espera que el álbum logre transportar al oyente de regreso a la experiencia del juego, pero de una forma que también presente su propio arco narrativo y sentido de desarrollo.

El uso de música adaptativa en *Journey* ha influido en el diseño de sonido de numerosos juegos posteriores, destacando cómo el audio puede ser una herramienta poderosa para contar historias, en conjunto con el sistema de audio de la PS3, crea una atmósfera emocionalmente resonante que se adapta a cada paso del jugador, haciendo que cada experiencia sea única. Este juego sentó un precedente en la industria sobre cómo la música y el sonido pueden integrarse profundamente para ser parte activa de la narración de un videojuego.

Journey ha sido elogiado como uno de los mejores ejemplos de cómo la música adaptativa puede transformar la experiencia de juego. *Journey* se convirtió en el primer videojuego en la historia en recibir una nominación a los Premios Grammy en la categoría a la mejor banda sonora para medios visuales. aunque no ganó, pero este acontecimiento fue un hito en el mundo de los videojuegos. La fusión de música y jugabilidad en *Journey* muestra el potencial de los videojuegos para ser una forma de arte que utiliza todas las capacidades de su medio para ofrecer una experiencia profundamente conmovedora y memorable.

CAPÍTULO X: APE OUT

Ape Out, lanzado para PC y Nintendo Switch en 2019, es un videojuego de acción desarrollado por Gabe Cuzzillo y publicado por Devolver Digital, con la música compuesta por Matt Boch, *Ape Out* es un videojuego del género *beat 'em up*¹², el jugador controla a un gorila que intenta escapar de una serie de instalaciones, y abrirse camino a través de laberintos generados proceduralmente llenos de guardias armados, utilizando su entorno y a sus enemigos como escudos para sobrevivir y derrotar a sus enemigos hasta alcanzar la libertad, con un desplazamiento rápido y combate brutal en perspectiva cenital. Con una estética minimalista e innovadora banda sonora.

Figura 43.

Arte de la portada Ape Out.



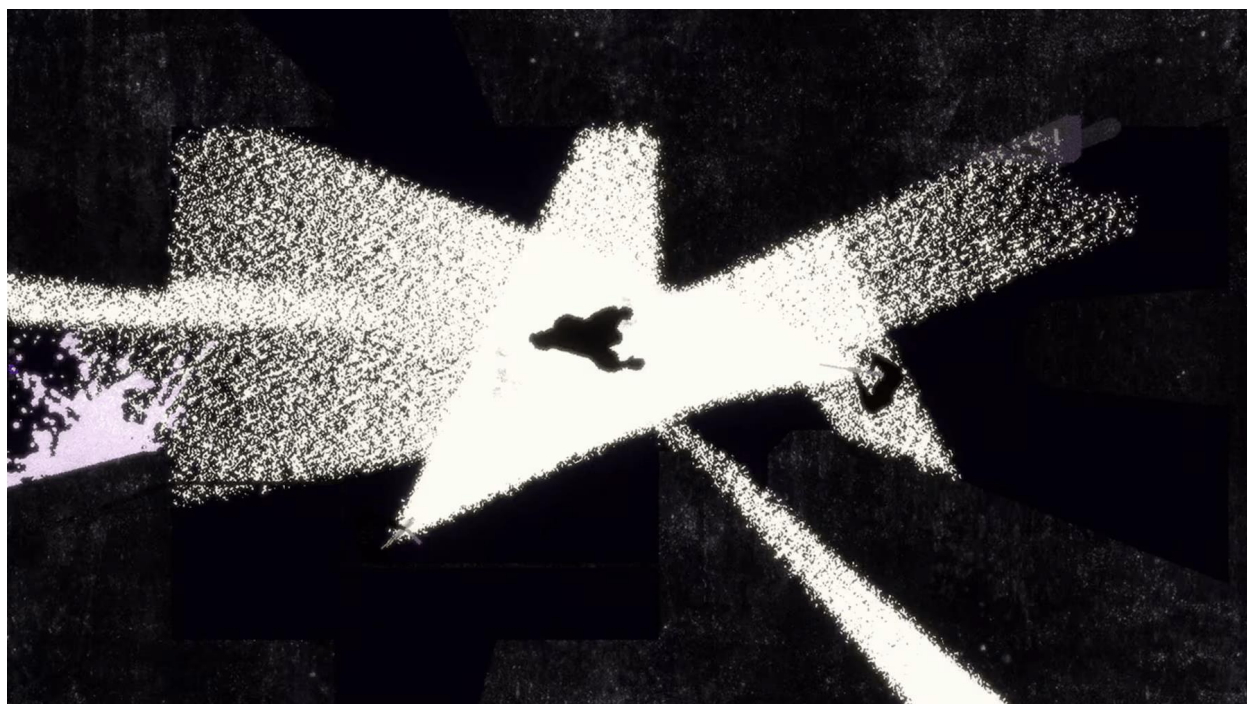
¹² Beat 'em up: Videojuego en el que se enfrenta oleadas de enemigos en combates cuerpo a cuerpo, avanzando a través de niveles hasta derrotar a todos.

Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.nintendo.com/en-ca/store/products/ape-out-switch/>).

En lugar de una banda sonora tradicional, *Ape Out* utiliza música procedural, que se genera en tiempo real y se adapta a las acciones del jugador, creando una experiencia única e inmersiva con cada partida.

Figura 44.

Pantalla de Ape Out.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.nintendo.com/en-ca/store/products/ape-out-switch/>).

Aunque muchas bandas sonoras de videojuegos responden a las acciones del jugador, activando nuevas frases o capas musicales conforme este avanza, *Ape Out* lleva este concepto a un nivel completamente innovador. Gabe Cuzzillo se puso en contacto con Matt Boch al principio del proceso de desarrollo del juego, según Matt Boch en una entrevista para Betts (2019) dijo que en las primeras fases del desarrollo, –la más rudimentaria– la música consistía en tres solos de batería de jazz tomados de YouTube, junto con un sonido de platillos que se

activaba cada vez que el jugador mataba a un enemigo, pero esto solo era para que Boch entendiera la visión creativa y artística del juego, ya que en realidad el objetivo de Cuzillo era desarrollar música que conservara la misma esencia percusiva, pero con menor repetitividad. Su enfoque buscaba incorporar elementos de generación procedural, en otras palabras que la batería fuera reactiva, permitiendo que la música se generara aleatoriamente a partir de un conjunto de reglas predefinidas.

A Matt Boch le pareció un reto interesante, desarrollar una banda sonora que otorgaba al jugador el control creativo sobre la experiencia musical mediante su interacción en el juego, Boch comenzó a trabajar en la creación de diversos prototipos. la primera versión prototipo que desarrolló, fue para un trailer jugable del juego, aquí la música constaba de bucles de baterías que se repetían; probó variaciones de esta idea inicial en las que tenían diferentes bucles y un sistema para seleccionarlos de forma aleatoria, pero rápidamente, se percató de que este enfoque era insostenible, ya que para que la batería pareciera reactiva, se necesitaban demasiados bucles, y esto incrementaría significativamente el tamaño de los archivos del juego y los tiempos de carga, (Betts, 2019) (Video de promocional la trailer jugable <https://youtu.be/B6-ChUXSMn8>). En respuesta a esta situación, Boch adoptó un enfoque similar al funcionamiento de un sampler, con el objetivo de crear un instrumento de batería virtual, pero tuvo otro inconveniente, Boch no quería que la batería sonara artificial, él quería que sonara lo más natural y orgánico posible, por lo que estos kits de baterías tenían 7 diferentes niveles de velocity –o dinámica– y 12 round robins¹³ por nivel de velocity, para que la batería sonara lo más real posible, después de eso

¹³ Rounds robins: Técnica utilizada para evitar la repetición idéntica de notas cuando se tocan varias veces seguidas. En lugar de reproducir el mismo sample o muestra cada vez que se activa una nota, el sistema alterna entre varias muestras de la misma nota grabadas con pequeñas variaciones.

conectó MIDI al sampler del juego. En la creación de los sonidos de batería, Boch decidió evitar la creación de material sonoro original, como él mismo explica Betts (2019):

“Given the ambition of everything else involved with the sound design, I opted not to record any new sounds for this game. Instead, I drew from a large collection of sound-effects libraries, recordings I did in the past, and VSTs to create the dozen-or-so drum kits in the game” [Dada la ambición de todo lo demás relacionado con el diseño de sonido, opté por no grabar ningún sonido nuevo para este juego. En su lugar, recurrí a una gran colección de bibliotecas de efectos de sonido, grabaciones que hice en el pasado y VST para crear la docena de kits de batería del juego].

Boch requería numerosas variaciones musicales para lograr que la música fuera reactiva, sin embargo, para alcanzar la cantidad necesaria de interpretaciones en formato MIDI y lograr una música reactiva, fue necesario emplear técnicas de machine learning¹⁴ o también llamado aprendizaje automático para generar clips MIDI adicionales a partir de los datos de interpretación ya existentes. En su entrevista para Betts (2019) comparte que gran parte los prototipos y composiciones que creó para entrenar a la red neuronal las realizó con el Ableton Push 2

¹⁴ Machine learning: Tecnología de inteligencia artificial que permite a las computadoras aprender y mejorar automáticamente a partir de datos, sin programación explícita. Al recibir grandes cantidades de datos, un algoritmo identifica patrones y ajusta su modelo de predicción o decisión, volviéndose más preciso con más datos y con el tiempo de entrenamiento.

Figura 45.*Ableton el Push 2.*

Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.intermusic-pro.com/blog/novation-push-2/>).

Y que la red neuronal que utilizó para generar los bucles de batería fue TensorFlow, una biblioteca de aprendizaje automático de código abierto, tecnología llamada variational autoencoder neural network o red neuronal autocodificadora variacional, con este método pudo generar horas de música de percusión. El sampler responsable de la reproducción musical en el juego fue hecho a medida para el juego en el lenguaje de programación C#, utilizando funciones básicas provenientes de recursos como Audio Helm –un sintetizador en tiempo real, secuenciador y sampler para el motor de juego Unity– y un conjunto de herramientas llamado SECTR, y utilizó el software Reaper para el diseño sonoro.

Una vez creados y depurados los datos y patrones MIDI a través del lenguaje de programación Python, tenía que ocuparse del siguiente paso, encontrar un método para organizar

y navegar entre los clips MIDI de manera que estos estuvieran vinculados a la jugabilidad. El primer método que usó —como se mencionó anteriormente— fue moverse aleatoriamente entre clips MIDI, el problema era que al ser aleatorio no era coherente con lo que sucedía en el juego, por lo que el resultado no convenció a Boch, pero más tarde Boch desarrolló un algoritmo que seleccionaba los patrones MIDI dependiendo de su intensidad, densidad y similitud. Este algoritmo sabe qué patrones son similares entre sí, para así cambiar los ritmos de la batería directamente en respuesta a la acción del jugador. Este algoritmo también cambia la *velocity* —intensidad— de los golpes de la batería dependiendo de las acciones de jugador, por lo que, si el jugador juega de forma calmada y cambia a la acción y la violencia en medio de un clip MIDI, el algoritmo no puede cambiar de clip hasta dentro de un segundo, pero sí puede cambiar la intensidad de los golpes del clip actual para transicionar de manera coherente con el siguiente clip seleccionado por el algoritmo. haciendo esta batería reactiva en tiempo real a la acción del jugador de manera directa, pareciendo que hay un baterista real que acompaña al jugador improvisando de acuerdo con sus acciones. Pero estas no son las únicas formas en la que la música reacciona al estilo de juego del jugador. como dice en Betts (2019):

“When you get shot, the drummer stops for a couple of beats and will switch to playing something different from what they were playing before. If you stay in high-intensity situations, the drummer will keep going on a similar motif until either the level ends, you get shot, or the intensity level of your gameplay decreases” [Cuando te disparan, el baterista para un par de tiempos y pasará a tocar algo distinto de lo que estaba tocando antes. Si te quedas en situaciones de alta intensidad, el baterista seguirá tocando un motivo similar hasta que termine el nivel, te disparen o baje el nivel de intensidad del juego].

Pero no solo el elemento reactivo procedural es participe en este juego sino que también el interactivo, el jugador al eliminar a un enemigo se activa un sonido de platillo, y que platillo suena varía según su posición en la pantalla, la cual está mapeada desde la perspectiva del baterista, por ejemplo, al eliminar a un enemigo y lanzarlo a la parte inferior izquierda de la pantalla activa el sonido de un hi-hat abierto, esto hace que el jugador no solo tenga el control de la música mediante su interacción en el juego, si no que participa de forma activa y directamente en la improvisación con la batería.

Con el fin de incentivar la rejugabilidad, los niveles se generan de manera algorítmica, lo que significa que tanto la estructura del laberinto como los puntos de aparición de los enemigos cambian cada vez que se inicia una nueva partida, esta particularidad se puede observar cuando el jugador muere, ya que el juego muestra el progreso que hizo el jugador en el nivel antes de morir

Figura 46.

Primer ejemplo de pantalla de muerte en Ape Out del mismo nivel.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://musictech.com/features/interviews/appe-out-matt-boch-game-soundtrack/>).

Figura 47.

Segundo ejemplo de pantalla de muerte en Ape Out del mismo nivel.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://musictech.com/features/interviews/appe-out-matt-boch-game-soundtrack/>).

Aparte de las introducciones de los niveles, no hay muchos momentos guionizados –a excepción de uno del que se hablará más tarde– por tanto, no hay una partitura fija “The drummer is always just reacting to whatever gameplay scenario is happening on screen. As such, everyone’s Ape Out soundtrack is unique to their playthrough.” [El baterista siempre reacciona a lo que ocurre en la pantalla. Por eso, la banda sonora de Ape Out de cada jugador es única]. (Betts, 2019). Cada nivel del juego se presenta como una pista dentro de un álbum. Existen cuatro “álbumes,” cada uno con una cara A y una cara B, y todos vinculados a una ubicación específica, como un bloque de oficinas, un buque portacontenedores, un laboratorio de investigación e incluso un zoológico, y tenía crear paisajes sonoros y musicales acorde a estos espacios, los timbres sonoros de los álbumes se basaron más en la interpretación del tema del nivel. Como dice en Betts (2019):

“So, for example, with the office [level], we went with bucket drumming to give it a metropolitan feel, and then as you get to the ‘under construction’ part of the building, we transition to stomps and claps with sounds of power tools and hammers banging mixed in. The beats in the office [level] are also more rock and funk influenced – they’re still improvisational, but they’re not jazz.” [Por ejemplo, en el (nivel) de la oficina, usamos tambores de cubo para darle un toque metropolitano y, cuando llegamos a la parte del edificio en construcción, pasamos a pisotones y palmadas con sonidos de herramientas eléctricas y martillos. Los ritmos de la zona de oficinas también están más influenciados por el rock y el funk; siguen siendo improvisados, pero no son jazz].

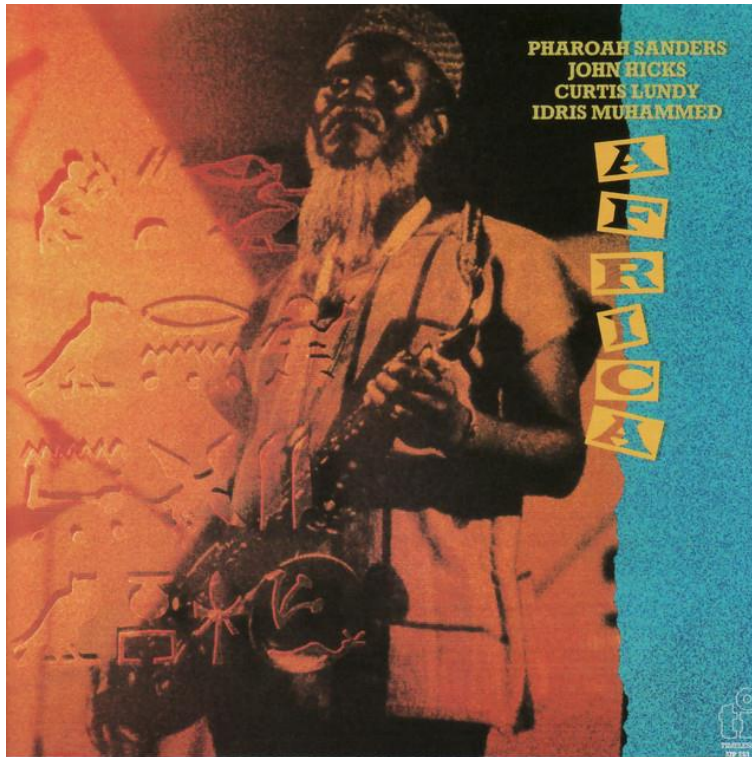
La banda sonora de Ape Out no solo busca una sincronización perfecta con la acción, sino que también utiliza el diseño de sonido para enriquecer la experiencia sensorial del jugador. Cada golpe de platillo se combina con efectos visuales como temblores de pantalla, creando una

experiencia de juego inmersiva. Al centrarse exclusivamente en la percusión, Boch y Cuzzillo lograron que el sonido fuera parte esencial de la atmósfera y estilo visual del juego, recordando a los títulos de acción de los años 50 con secuencias de apertura de Saul Bass.

Aunque Ape Out es principalmente percusivo, incluye un momento especial en el final del juego, después de liberar a los animales del zoológico y terminal el nivel, la batería deja de tocar para que inmediatamente aparezca un saxofón, mientras el gorila corre hacia adelante hasta que aparezcan los créditos y se una toda la banda, ofreciendo una pausa emocional que contrasta con la brutalidad rítmica del resto de la banda sonora. Este solo melódico es una de las pocas composiciones tradicionales del juego, la canción que se usa en este momento es *You've Got to Have Freedom* de Pharoah Sanders, y se convierte en un momento de catarsis auditiva que refuerza la narrativa del escape del gorila.

Figura 48.

Portada de You've Got to Have Freedom de Pharoah Sanders.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://youtu.be/prGeZ0ocsnA>).

El innovador sistema de percusión reactiva de Ape Out ha sido ampliamente elogiado por la crítica y los jugadores. La forma en que la música responde a las acciones y decisiones del jugador establece un nuevo estándar en la integración de audio y jugabilidad. Boch describe la música de Ape Out como “violencia rítmica”, una experiencia en la que cada partida ofrece una versión única de la banda sonora, impulsando al jugador a actuar de manera elegante y estratégica. Al crear una banda sonora que responde directamente al desempeño, Ape Out ha inspirado a otros desarrolladores a explorar las posibilidades de las bandas sonoras procedurales y adaptativas en videojuegos.

CAPÍTULO XI: THE LAST OF US PART II

The Last of Us Part II, lanzado en 2020 para la PlayStation 4 (PS4), lanzada en Norteamérica el 2013, desarrollado por Naughty Dog y dirigido por Neil Druckmann, música compuesta por Gustavo Santaolalla, y el diseño de sonido hecho por Beau Anthony Jimenez y Jesse James Garcia. *The Last of Us Part II* es un videojuego del género *action-adventure*, el jugador controla a Ellie y Abby, Ellie quien busca vengar un asesinato sin importar las consecuencias hasta lograr su cometido, y Abby una soldado que se ve envuelta en un conflicto entre su milicia y un culto religioso, cuyas vidas se entrelazan al inicio del juego, centrado en el sigilo el jugador debe atravesar un mundo postapocalíptico devastado por una infección que convirtió a gran parte de la población en criaturas violentas llamadas infectados.

Figura 49.

PlayStation 4.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sony-PlayStation-4-wController.jpg#/media/File:Sony-PlayStation-4-wController.jpg>).

Figura 50.

Arte de la portada de The Last of Us Part II.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://gameroom.cc/en/sony-playstation/products/the-last-of-us-part-ii-en-ru-654>).

La PlayStation 4, que almacenaba sus juegos en formato Blu-ray Disc, eran leídos de forma más rápida por una unidad de disco Blu-ray, mejor que con la que contaba la PS3. Emplea un Audio Processing Unit (APU) traducido como Unidad de procesamiento de audio, de acuerdo con CrimsonRayne (2013) con una arquitectura basada en el chip TrueAudio de AMD, este sistema de procesamiento de audio avanzado permite crear experiencias sonoras envolventes mediante audio binaural. Esta tecnología fue fundamental para crear la atmósfera de The Last of Us Part II, en la que cada paso, susurro y movimiento en el entorno contribuye al suspenso y a la sensación de amenaza constante. Naughty Dog aprovechó estas características para ofrecer una

experiencia auditiva inmersiva y realista, en la que el jugador puede detectar el movimiento de los enemigos y percibir la ubicación de los objetos a su alrededor.

The Last of Us Part II es un videojuego con una grandiosa banda sonora de música adaptativa, pero que no resalta por algún tipo de innovación tecnológica o creativa en su soundtrack, pero uno de los procesos más importantes en *The Last of Us Part II* fue la creación sonora del mundo y su realismo, y ese cometido se realizó con el diseño sonoro –apartado muy importante en este juego– un ejemplo de esto es como se creó el foley¹⁵ del sonido del vidrio rompiéndose, como explica mediante su cuenta de X “The system for glass is made up of many different layers and a few systems that interweave together to give the unique sound and the right feeling.” [El sistema de vidrio está compuesto por muchas capas diferentes y algunos sistemas que se entrelazan para brindar el sonido único y la sensación adecuada] (Garcia, 2020).

¹⁵ Foley: Técnica de producción de audio que consiste en crear y grabar efectos de sonido para complementar y enriquecer el audio de películas, series, videojuegos y otros medios. Estos sonidos se producen de forma artesanal en un estudio, imitando acciones específicas, como pasos, roces, golpes o movimientos de objetos, para darle mayor realismo a lo que ocurre en pantalla.

Figura 51.

Ellie rompiendo vidrio.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://x.com/Jessejames34/status/1277361585527197696>).

Como ya se emocionó, el sistema sonoro del vidrio rompiéndose creado por Garcia se compone de varias capas diseñadas para capturar cada aspecto de la fractura de manera realista y con una profundidad sensorial significativa. La primera capa es el impacto inicial, logrado un pequeño trozo de vidrio de un parabrisas rompiéndose en combinación con la segunda capa, que incorpora un chasquido eléctrico procesado, lo que genera el sonido de crujido. La tercera capa consistía en un sonido retrasado de “rotura o agrietamiento” del vidrio, que se reproducía en varias ocasiones con intervalos aleatorios para aportar una sensación realista de vidrios quebrándose a su alrededor. La cuarta capa, denominada de “golpe,” se basaba en un sonido profundo y resonante similar al de un subwoofer, el cual se activaba en el momento inicial del choque para reforzar la percepción de poder y fuerza del impacto. La quinta y más crucial capa

según Garcia, eran los “escombros” a la que se dedicó considerable tiempo para asegurar que contaran con una cola de sonido prolongada y “bonita”, lo que actuaba como un elemento cohesivo –era como su “pegamento”– para proporcionar el realismo deseado en la escena de destrucción. El diseño del sonido muestra el enfoque minucioso y detallado que va más allá de la simple creación de un efecto sonoro. Desde el inicio, su objetivo era lograr que el sonido transmitiera no solo realismo sino también una sensación de impacto y consecuencia dentro del juego. Para ello, desarrolló este sistema complejo de múltiples capas sonoras, cada una contribuyendo a la percepción sensorial y emocional del vidrio al romperse. Primero, Garcia decidió separar el sonido en varias capas para capturar el impacto inicial, la resonancia, el peso, y el eco de los escombros, cada uno contribuyendo a la inmersión del jugador, la primera y segunda capa son el impacto inicial, el sonido del parabrisas y el crujido respectivamente, este “inicio” del sonido marca el momento exacto de la fractura, seguido por la tercera capa que añaden realismo, como un retraso aleatorio en los sonidos de ruptura y agrietamiento para que nunca sea el mismo sonido cada vez que se rompe el vidrio, y así dar la ilusión de esquirlas de vidrio dispersándose. Para intensificar la percepción del impacto, Garcia añadió la cuarta capa de sonido grave, que brinda la sensación de fuerza al romper una ventana, lo cual refuerza la experiencia sensorial. Además, la quinta capa de sonido de escombros a la cual se le prestó especial atención en su proceso, para que proporcionara la "cola" auditiva que da cohesión y realismo al sistema sonoro. Inspirado por la película *John Wick*, Garcia 2020:

“The Debris layer and Thump layer I added after referencing some glass shattering I liked in the Movie John Wick. In the opening house gun fight scene John Wick throws someone through the window. You hear a nice explosive impact along with the glass layers” [La capa de escombros y la capa de golpe las añadí después de hacer referencia a

algunos vidrios rotos que me gustaron en la película John Wick. En la escena inicial del tiroteo en la casa, John Wick lanza a alguien por la ventana. Se oye un bonito impacto explosivo junto con las capas de vidrio].

El sonido de los vidrios contribuye significativamente a la experiencia visual y auditiva, García añadió detalles en los escombros, como fragmentos de vidrio rodando por el suelo, que transmiten una sensación de realismo y de que el entorno permanece afectado tras la ruptura, este sistema sonoro no solo simula la fractura del vidrio, sino que integra consecuencias de juego significativas, el ruido al romper el vidrio puede alertar a los enemigos, y los sonidos al caminar sobre los fragmentos delatan la posición del jugador. La decisión del jugador de si romper o no el vidrio amplía el diseño sonoro para que cumpla un rol funcional y narrativo, subrayando la atmósfera de tensión en un mundo donde los sonidos mínimos pueden atraer amenazas. El uso de sonidos específicos para diferentes tamaños de vidrio y la variabilidad de los efectos físicos basados en la interacción del jugador—como la velocidad de impacto y el tipo de superficie donde caen los fragmentos—agregan una riqueza de detalles que intensifica la inmersión del jugador, el trabajo colaborativo con programadores como Jaroslav Sinecky permitió a García optimizar los sistemas de sonido sin comprometer el realismo o la eficiencia. Esta integración técnica asegura que cada capa sonora responda de manera coherente a las acciones del jugador en tiempo real, lo que permite que el sonido de los vidrios rotos en *The Last of Us Part II* sea no solo un elemento estético, sino un elemento inmersivo de la experiencia de juego y narrativa. (García, 2020).

Figura 52.*Pantalla de The Last of Us Part II.*

Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.playstation.com/es-cl/games/the-last-of-us-part-ii/>).

Y a todo este complejo sistema que es solo para el vidrio se le suma la complejidad del audio 3D que de acuerdo con Barker, S. (2020) “The sound design is similarly stunning, with a 3D audio setting available for those with the requisite hardware which offers a taste of the levels of immersion we can expect from the PlayStation 5” [El diseño de sonido es igualmente impresionante, con una configuración de audio 3D disponible para aquellos con el hardware necesario que ofrece una muestra de los niveles de inmersión que podemos esperar de la PlayStation 5]. el “hardwar necesario” son los audifonos PlayStation Platinum, los cuales habilitan el audio 3D posicional, presuntamente se utiliza la tecnica de audio binaural al ser audio 3D posicional, como en uno de los juegos anteriores de Naughty Dog, donde el equipo implementó este tipo de audio por primera vez en Uncharted 4: A Thief's End de 2016

(<https://youtu.be/o9wGomzrt44>). Los efectos foley interactúan directamente con el audio binaural, añadiendo así más complejidad al audio, un ejemplo de esto lo da Rob Krekel en una entrevista para Ombler, M. (2021) aunque pudiera parecer que el sonido de la lluvia se podría sacar fácilmente de una biblioteca de sonidos e implementar en el juego, es más complejo que eso, ya que dependiendo de donde esté el jugador la lluvia impactará diferentes superficies, como la hierba, un charco, un automóvil, una carretera, una ventana o la escalera de emergencias de un edificio, Cada uno de estos efectos fue grabado de manera individual e integrado en el juego. Pero este audio 3D tiene otra particularidad, la de los espacios, esto permite que el audio se adapte a diferentes entornos en el juego, desde espacios abiertos hasta interiores cerrados, ajustando el eco y la reverb para reflejar fielmente la espacialidad del entorno del jugador desde el tamaño de la habitación, o el material desde el cual se refleja el sonido, –como la madera de una casa o el metal de un container– por lo que no sería lo mismo romper la ventana de un automóvil en el exterior, que una ventana al interior de una gran iglesia, afectando a los efectos foleys con el entorno, la unión de todos estos sistemas permiten una inmersión total en los ambientes mientras el jugador recorre su entorno.

Pero también el audio 3D posicional es una pieza clave para la accesibilidad, especialmente para jugadores con discapacidades visuales. Al aprovechar las capacidades de sonido tridimensional, el juego permite que los jugadores perciban su entorno solo con el audio. La precisión de los sonidos posicionales facilita la navegación y el combate, ya que los jugadores pueden detectar la altura y dirección de los objetos y personajes a su alrededor. De acuerdo con Ombler, M. (2021) la inclusión de señales de audio específicas, diseñadas por el equipo de sonido bajo la dirección de Justin Mullens, permite distinguir entre posiciones elevadas y bajas, utilizando diferentes rangos de tono y características como los pulsos de sonar. Estas señales son

esenciales para transmitir información espacial de manera intuitiva, transformando el audio en una herramienta de orientación. “means it's possible for players to navigate the world largely by sound, thanks to the massive selection of audio cues and supported features that can be toggled in the game's accessibility menu.” [significa que es posible para los jugadores navegar por el mundo principalmente mediante el sonido, gracias a la enorme selección de señales de audio y funciones compatibles que se pueden alternar en el menú de accesibilidad del juego] (Ombler, 2021). Este uso del audio binaural transforma el entorno del juego en una experiencia sensorial enriquecida, donde cada sonido es una pista que mejora la navegación, ofreciendo una experiencia inclusiva que nivela el campo de juego para todos los jugadores. Esta innovación en accesibilidad, que llevó a *The Last of Us Part II* a ganar el premio Innovation in Accessibility en The Game Awards 2020, es un ejemplo destacado de cómo el sonido puede integrarse en el diseño de un videojuego para crear una experiencia inclusiva. Con un menú de accesibilidad completo que permite activar y personalizar las opciones de sonido, el juego rompe barreras y redefine la experiencia de juego para personas con discapacidades visuales. El diseño de audio binaural en *The Last of Us Part II* son una muestra del avance tecnológico y creativo en el uso del sonido en los videojuegos. Naughty Dog logró un equilibrio entre música ambiental, efectos de sonido y audio 3D, ofreciendo una experiencia auditiva y sensorial que complementa la narrativa y potencia la inmersión en el mundo postapocalíptico del juego. Este enfoque en el audio tridimensional ha influido en la industria y destaca el poder de la tecnología para transformar la manera en que los jugadores perciben y experimentan los videojuegos.

CAPÍTULO XII: MARVEL'S SPIDER-MAN 2

Marvel's Spider-Man 2, lanzado en 2023 para la PlayStation 5 (PS5) lanzada en japon el año 2020, fue desarrollado por Insomniac Games y dirigido por Bryan Intihar, *Marvel's Spider-Man 2* es un videojuego del género *action-adventure* y *Open world*¹⁶, el jugador controla a Peter Parker y a Miles Morales, quienes deben enfrentar una nueva amenaza cuando Kraven, un cazador letal en busca de desafíos dignos, llega a Nueva York. Al mismo tiempo, un simbiote alienígena se apodera de Peter, afectando su sentido de justicia y su relación con Miles, ambos héroes deben enfrentar sus propios conflictos internos y proteger la ciudad, mientras descubren el costo de ser Spider-Man.

Figura 53.

PlayStation 5.

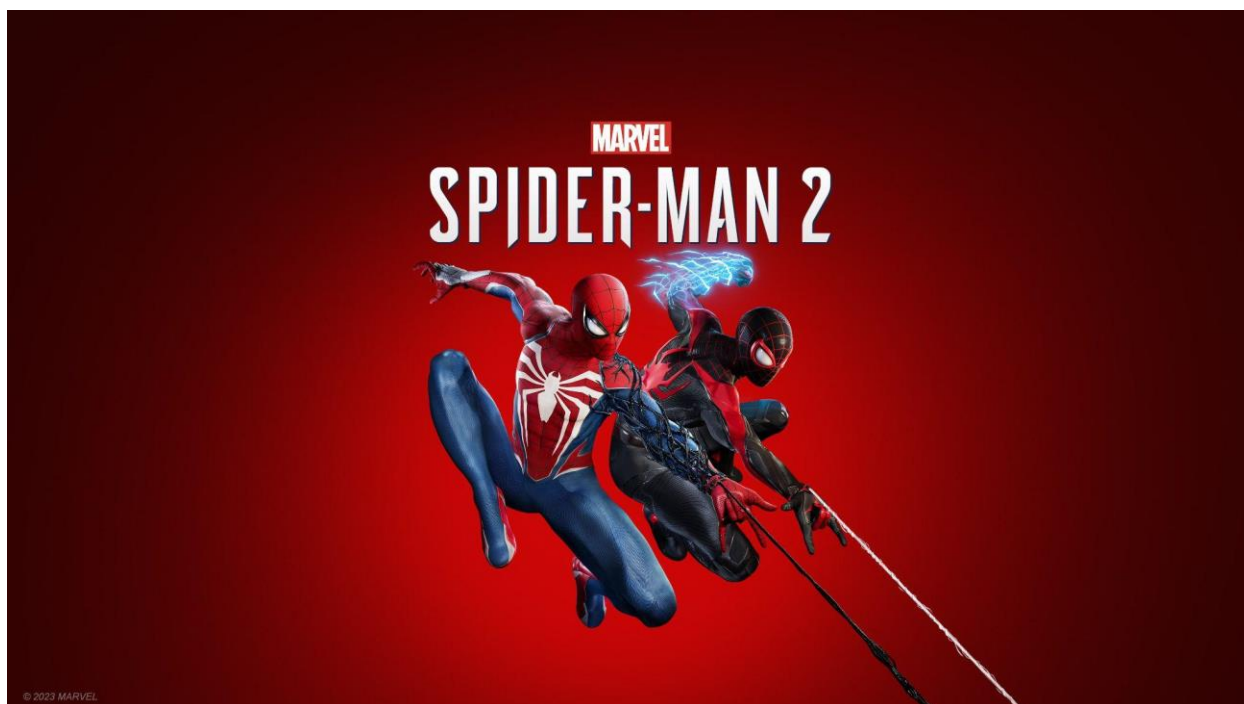


¹⁶ Open world: Es un tipo de videojuego con un mundo amplio y abierto donde el jugador puede explorar libremente, sin seguir un camino lineal o restricciones fuertes en la exploración.

Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.pwnedgames.co.za/shop/playstation-5-1tb-console-galaciel-white-god-of-war-ragnarok-bundle-ps5-new-detail>)

Figura 54.

Portada de Marvel's Spider-Man 2.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.playstation.com/es-cl/games/marvels-spider-man-2/>)

La PlayStation 5, que almacenaba sus juegos en formato Blu-ray Disc y una unidad de disco compatible con Ultra HD Blu-ray. Introduce el motor Tempest 3D AudioTech, una tecnología avanzada que permite el posicionamiento de los sonidos en un espacio tridimensional el cual está disponible solamente con el hardware adecuado propiedad de Sony, pero más tarde mediante una actualización de software, se hizo la adición de soporte para Dolby Atmos en los videojuegos de PS5 de acuerdo con Hervás (2023) “el soporte para Dolby Atmos en juegos y aplicaciones. Esto representa un salto significativo en la experiencia de juego para los usuarios, ya que este estándar es uno de los formatos de audio más avanzados disponibles en la actualidad”

pero este soporte se ofrece de dos formas diferentes, primero, todos los juegos que usan Tempest 3D AudioTech de Sony tienen una compatibilidad automática Dolby Atmos, cuando se conectan dispositivos HDMI compatibles proporcionan una experiencia de sonido mejorada sin configuraciones adicionales, segundo, Sony permite que los desarrolladores creen o actualicen mezclas en formato Dolby Atmos, lo que brinda flexibilidad y facilidad a los desarrolladores al no depender de una tecnología propiedad de Sony Tempest 3D AudioTech. (Hervás, 2023).

En *Marvel's Spider-Man 2*, el audio 3D es una de las herramientas clave para crear una experiencia auditiva inmersiva. Esta tecnología, conocida como Dolby Atmos, permite ubicar sonidos en un espacio tridimensional, generando la sensación de que provienen desde cualquier dirección. En el contexto del juego, el audio 3D hace posible que los jugadores experimenten la ciudad de Nueva York con un realismo único, percibiendo la fuente de sonidos como pasos, voces, tráfico o amenazas de enemigos en alturas, distancias y posiciones específicas, el director de comunidad y marketing de Insomniac, James Stevenson “Yes and We mixed Cinematics in Atmos as well” [Sí, y también hemos mezclado las cinemáticas en Atmos] (2023).

El sistema de audio 3D utiliza algoritmos avanzados para procesar las señales de sonido y manipular su ubicación en un entorno auditivo envolvente. Este procesamiento simula cómo los humanos perciben sonidos en el mundo real: el oído capta el sonido en función de su posición relativa, por lo que el sistema ajusta el volumen, el eco y el tono de cada sonido para que parezca provenir de un punto específico alrededor del jugador, según Legarie y Lyles (2023) el director de tecnología básica de Insomniac, Mike Fitzgerald dijo:

“our audio team has been working with 3D audio pipelines now for a little while on this console, and they've really figured out how to do it really well, and they approach designing all these missions and the soundscapes for these missions in a new way with

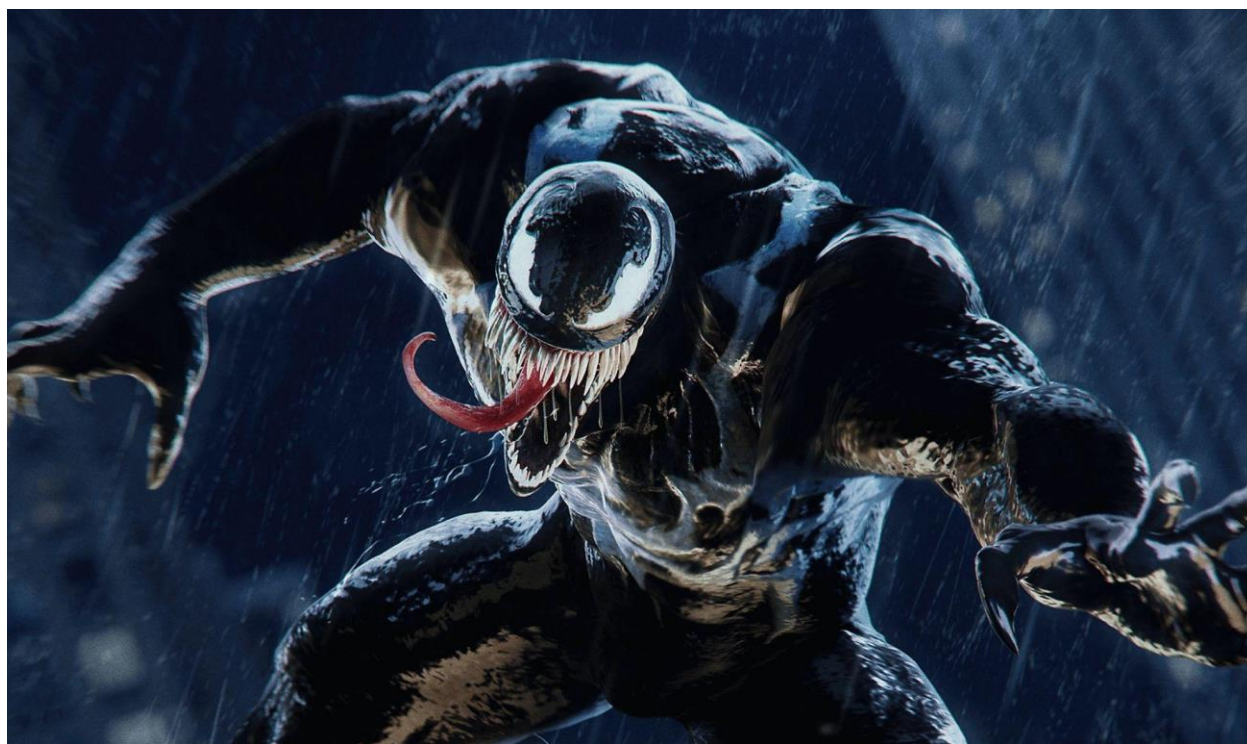
ambisonics [a full-sphere surround sound format] and positional audio for even more of the objects that are in the scene” [Nuestro equipo de sonido lleva un tiempo trabajando con canales de sonido 3D en esta consola, y han descubierto cómo hacerlo realmente bien, y abordan el diseño de todas estas misiones y los paisajes sonoros de estas misiones de una forma nueva, con ambisonics (un formato de sonido envolvente de esfera completa) y sonido posicional para más objetos de la escena]

Con Dolby Atmos, el audio en *Marvel's Spider-Man 2* permite, por ejemplo, distinguir la dirección exacta desde donde un enemigo ataca o el lugar de procedencia de gritos en la ciudad, mejorando la respuesta y estrategia del jugador “So if you're in the middle of that Emily-May Foundation area and you have people up on different balconies and behind you, you can hear where everything's coming from to even greater effect than in our past games” [Así, si estás en medio de la zona de la Fundación Emily-May y hay gente en distintos balcones y detrás de ti, puedes oír de dónde viene todo con un efecto aún mayor que en nuestros juegos anteriores] (Legarie y Lyles, 2023)

El audio 3D también mejora la jugabilidad, permitiendo a los jugadores identificar la posición de los enemigos o eventos en el entorno, incluso sin verlos directamente. Esto proporciona una ventaja táctica y mejora la inmersión, haciendo que cada momento en el juego se sienta auténtico y emocionante. Insomniac Games aprovechó las capacidades avanzadas de la PS5 para crear un diseño de sonido que no solo complementa la acción del juego, sino que también mejora la narrativa. Dolby Atmos permite implementar un sistema de sonido que ajusta dinámicamente el volumen, la dirección y la distancia del audio en función de la posición del jugador en el entorno. Esta tecnología también permitió una mayor densidad de sonidos ambientales, creando un paisaje sonoro rico y detallado.

Figura 55.

Pantalla de Marvel's Spider-Man.



Nota. [Fotografía] extraída de (<https://www.playstation.com/es-cl/games/marvels-spider-man-2/>).

El uso de audio 3D permitió la creación de escenas en las que los jugadores pueden escuchar eventos que ocurren fuera de la vista, como gritos de ayuda o la llegada de enemigos, añadiendo una capa adicional de tensión y estrategia. Esto no solo mejora la jugabilidad, sino que también profundiza la inmersión del jugador en la historia y el mundo de *Marvel's Spider-Man 2*.

El audio 3D tiene un impacto considerable en la jugabilidad. Al moverse a través de las calles de Nueva York o escalar rascacielos, los jugadores pueden escuchar eventos que ocurren fuera de la vista, como gritos de ayuda o la llegada de enemigos permitiéndoles reaccionar antes de verlos, añadiendo una capa adicional de tensión y estrategia, esto no solo mejora la

jugabilidad, sino que también profundiza la inmersión del jugador en la historia y el mundo de *Marvel's Spider-Man 2*, convierte al audio en una herramienta fundamental, que ofrece información contextual y ayuda a construir un ambiente realista e inmersivo. La precisión de los sonidos direccionales también influye en la forma de moverse y enfrentarse a enemigos, permitiendo una experiencia más dinámica e interactiva.

Los detalles de audio como la reverberación o los cambios en la acústica según el espacio (calle abierta o callejón cerrado) se sienten de forma natural, aportando a la sensación de una ciudad que realmente "vive". Aunque el soundtrack del juego, compuesto en parte por temas épicos y heroicos, no destaca en términos de innovación musical usando música adaptativa ya vista anteriormente, es el diseño del audio ambiental, y no la música, lo que hace que Nueva York parezca vibrante y activa, integrando la narrativa y la jugabilidad de manera única.

Marvel's Spider-Man 2 ha elevado el estándar para el diseño de sonido en videojuegos, utilizando las capacidades de Tempest 3D AudioTech para ofrecer una experiencia auditiva a través de Dolby Atmos. La combinación de música dinámica y sonido 3D ha demostrado cómo la tecnología de la PS5 puede transformar la manera en que los jugadores experimentan el audio en los videojuegos la cual es profundamente inmersiva. Este enfoque innovador no solo ha mejorado la jugabilidad y la narrativa de *Marvel's Spider-Man 2*, a pesar de no ser el primer videojuego con soporte para Dolby Atmos sentó un precedente para futuros títulos, mostrando cómo el sonido puede ser una herramienta poderosa para mejorar la inmersión y la emoción en el mundo del juego.

Conclusiones

A lo largo de la historia de los videojuegos, los avances tecnológicos han transformado la música de este medio. Desde los primeros sonidos rudimentarios en juegos como *Pong* hasta las complejas composiciones orquestales y música adaptativa actual, cada cambio tecnológico ha permitido a los compositores innovar y ofrecer experiencias más inmersivas. Tecnologías como los generadores de sonido programables PSG, la modulación de frecuencia FM, muestras digitalizadas, el uso de MIDI, audio envolvente y el audio 3D en formatos como binaural y Dolby Atmos han expandido los recursos creativos de los compositores, integrando la música profundamente en la experiencia de juego y mejorando la interacción del jugador con el entorno virtual.

Las primeras tecnologías de sonido en videojuegos eran limitadas y estaban basadas en hardware básico. En *Pong*, por ejemplo, el ingeniero Alcorn tuvo que crear un sistema improvisado de sonidos básicos que acompañaban la jugabilidad debido a la falta de componentes específicos para el sonido. Juegos como *Space Invaders* utilizaron chips PSG, generando tonos simples que componían la primera música de fondo continua en videojuegos. En esos primeros momentos, los desarrolladores y programadores, más que compositores, eran quienes creaban la música usando tonos y secuencias de frecuencias básicas.

Los compositores enfrentaron limitaciones de memoria, almacenamiento, y de procesamiento en consolas de generaciones tempranas. La falta de canales de audio independientes, el reducido espacio de memoria en cartuchos, y las capacidades limitadas de síntesis de los chips dificultaban la creación de música compleja. Koji Kondo, en *Super Mario Bros.*, superó estas barreras reutilizando sonidos de manera creativa. Estas restricciones forzaron la creatividad ya que cada sonido debía cumplir una función específica sin saturar el sistema.

Las tecnologías actuales han abierto nuevas posibilidades creativas, el uso de MIDI en composiciones no lineales, la música adaptativa que responde a las acciones del jugador, y el audio 3D binaural en juegos como *The Last of Us Part II*, con un posicionamiento de audio preciso y efectos que responden en tiempo real. Estas innovaciones han permitido a los compositores narrar historias más complejas y mejorar la inmersión del jugador en el mundo del juego.

Koji Kondo es considerado el primer compositor en la historia de la música de videojuegos. Cuando trabajó en *Super Mario Bros.* estableció un nuevo estándar en la industria. Antes de él, muchos de los sonidos en videojuegos eran creados por los mismos programadores. Kondo, sin embargo, introdujo una visión musical que transformó el papel de la música en videojuegos, siendo pionero en la creación de bandas sonoras que no solo acompañan, sino que mejoran la narrativa y la experiencia del jugador.

A lo largo de esta investigación, hemos descubierto que la evolución de la tecnología en la música de videojuegos ha sido mucho más compleja y sorprendente de lo que imaginábamos. Uno de los aspectos que más nos sorprendió fue la creatividad y la capacidad de adaptación que los primeros compositores y desarrolladores mostraron al enfrentarse a limitaciones extremas. Desde los sonidos básicos de *Pong* hasta las primeras bandas sonoras en *Super Mario Bros.*, cada

avance tecnológico supuso un desafío y, al mismo tiempo, una oportunidad para explorar nuevas formas de expresión sonora. Comprender cómo Koji Kondo y otros pioneros utilizaron ingeniosamente las restricciones técnicas para crear sonidos inolvidables y emocionalmente resonantes nos hace apreciar aún más la evolución de este medio.

La experiencia sensorial que ofrece la música de videojuegos también ha cambiado drásticamente con los avances tecnológicos. El uso de audio 3D y la música adaptativa en juegos como *The Last of Us Part II* y *Journey* nos hace reflexionar sobre el poder del sonido para generar experiencias inmersivas donde la música responde en tiempo real a los movimientos del jugador y al ambiente del juego. Esto transforma la música en un elemento vivo, capaz de crear una conexión única y profunda entre el jugador y el mundo virtual. Cada sonido y cada nota tienen una función específica que va más allá de la música tradicional, lo que ofrece al jugador una experiencia sensorial integrada en el cual el audio no solo acompaña sino que intensifica la narrativa.

Esta investigación nos ha llevado a darnos cuenta sobre el vasto campo de la música de videojuegos y las numerosas áreas que aún quedan por explorar. Cada avance tecnológico trae consigo nuevos retos y posibilidades, y hay muchos juegos, géneros y estilos que merecen un análisis profundo. Desde las primeras máquinas arcade hasta los juegos de realidad virtual, cada época ha aportado algo único a la música de videojuegos.

Invitamos a seguir investigando en este campo en constante evolución, ya que el impacto de la tecnología en la música de videojuegos continuará transformándose y ofreciendo nuevas experiencias. La música en los videojuegos es un tema fascinante y complejo que asombra y brinda oportunidades para comprender cómo la tecnología y el arte se encuentran y crean experiencias sensoriales que trascienden las fronteras de lo digital.

Referencias

- Abbott, C. y Laggan, A. (2021). *An Anthology of Sound Chips Vol. 1 Arcade, Console and Home Micro Sound Chips (1977-1986)*.
- Abbott, C. y Laggan, A. (2021). *An Anthology of Sound Chips Vol. 2 Arcade, Console and Home Micro Sound Chips (1987-2004)*.
- Acks, W., Costrel, F., Coupe, C., LaCroix, S. y Wood, M. (Productores ejecutivo). (9 de agosto de 2020). *High Score* [Serie de Steaming]. Great Big Story.
- Alt, E. (Jun 30 de junio, 2023). *A brief history of video game music*. Activision Blizzard. <https://newsroom.activisionblizzard.com/p/a-brief-history-of-video-game-music>
- Bailey, F., Barbato, R. (Productores ejecutivos). (21 noviembre 2007) *Rise of the Video Game* [Serie de Televisión] Discovery Internacional.
- Barker, S. (18 de junio de 2020). *The Last of Us: Part II Review (PS4)*. Push Square. https://www.pushsquare.com/reviews/ps4/last_of_us_part_ii
- Begault, D. R. (2000). 3-D Sound For Virtual Reality and Multimedia [Informe, Nasa]. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20010044352>
- Betts, W. (24 de abril de 2019). *Algorithms, apes and improv: the new world of reactive game music*. MusicTech. <https://musictech.com/features/interviews/ape-out-matt-boch-game-soundtrack/>
- Bunge, M. (2012). *Filosofía de la tecnología y otros ensayos*.

- Canal Game Informer (5 de julio de 2019). *Composer David Wise Dissects Donkey Kong Country's Best Music* [Video]. YouTube. https://youtu.be/v_RNM2QlujU
- Canal Migma. (15 de marzo de 2024). *¿Por Qué No Existen Procesadores de 128 Bits?* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/1XotmNzVyjU>
- Canal Music Radar Clan. (25 de julio de 2021). *Música y videojuegos: 40 Años de arte sonoro* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/0zuqYId4s3Q>
- Canal PlayStation Europe. (4 de diciembre de 2016). *Crafting 3D Audio for Uncharted 4 | Platinum Wireless Headset* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/o9wGomzrt44>
- Chion, M. (1991). *La audiovisión*.
- Ciesla, R. (2022). *Sound and Music for Games The Basics of Digital Audio for Video Games*.
- Collins, K. (2008). *Game Sound: An introduction to the history, theory, and practice of video game music and sound design*.
- CrimsonRayne (16 de noviembre de 2013). *Playstation 4 Audio DSP Based On AMD's PC TrueAudio Technology*. Red Gaming Tech. <http://www.redgamingtech.com/playstation-4-audio-dsp-based-on-amds-trueaudio-technology/>
- Dolby. (2016). *Dolby Atmos® for the Home Theater*. Dolby. <https://professional.dolby.com/site/assets/tv/home/dolby-atmos/dolby-atmos-for-home-theater.pdf>
- El Akkad Azdad, Y. (2022). *Creación de la banda sonora de un videojuego* [Tesis de grado, Tecno Campus]. <https://repositori.tecnocampus.cat/handle/20.500.12367/2072>

- Gamecored. (18 de septiembre de 2023). *Marvel's Spider-Man 2 tiene una mezcla nativa en Dolby Atmos*. Gamecored. <https://www.gamecored.com/marvels-spider-man-2-tiene-una-mezcla-nativa-en-dolby-atmos/>
- García J.J. [@Jessejames34]. (28 de junio de 2020). The system for glass is made up of many different layers and a few systems that interweave together to give the unique sound and the right feeling. Thank you to @robkrekell for letting me run with this so early on. 2/23. X. <https://x.com/Jessejames34/status/1277361588136108032>
- Garzón, J. (2022). El final fantasy VII de antes y el de ahora: Un análisis contextual y comparativo [Tesis de licenciatura, Conservatori Superior de Música de les Illes Balears]. <https://repositori.uib.es/xmlui/handle/11201/162872>
- Gentile, Nate. (22 de mayo de 2020). *Sistema BINARIO y Puertas Lógicas: La BASE de como funciona tu PC* [Video]. <https://youtu.be/RVGIXfC4Xeg>
- Gombau, M. (24 julio, 2018). Exevi. *¿En qué año se desarrolló el primer videojuego de la historia?* <https://www.exevi.com/primer-videojuego-de-la-historia/>
- Hernández, Uriel. [Codigofacilito] (29 de julio de 2017). *Bits y Bytes explicados en 2 minutos*. [Video]. <https://youtu.be/thoGwqiPHRM>
- Hervás, H. (2023). *Estos son los primeros juegos para la PS5 que serán compatibles con Dolby Atmos*. Avpasion. <https://www.avpasion.com/primeros-juegos-ps5-compatibles-dolby-atmos/>
- Iwata, S. (2010). *Super Mario. Bros 25th Anniversary*. Nintendo. [Recuperado de archive.today] <https://archive.ph/20200929065111/https://www.nintendo.co.uk/Iwata-Asks/Super-Mario>

[-Bros-25th-Anniversary/Vol-5-Original-Super-Mario-Developers/3-The-Grand-Culmination/3-The-Grand-Culmination-212856.html](#)

Kent, S. L. (2016). La gran historia de los videojuegos.

Kuchera, B. (2 de marzo de 2012). *Musical DNA: how Austin Wintory wrote the song that helped create Journey*. The Penny Arcade Report. [Recuperado de Internet Archive] <https://web.archive.org/web/20120418102513/http://penny-arcade.com/report/editorial-article/musical-dna-how-austin-wintory-wrote-the-song-that-helped-create-journey>

Legarie, D. y Lyles, T. (15 de septiembre de 2023) *Insomniac Answers All of Our Questions About Spider-Man 2's PS5 Tech*. IGN. <https://www.ign.com/articles/insomniac-answers-all-of-our-questions-about-spider-man-2s-ps5-tech>

Marous J. R. (2000). *Repairing your Space Invaders or Space Invaders Deluxe Sounds*. BrentRadio. http://www.brentradio.com/images/SpaceInvaders/si_sound.htm

Midi Association. (s.f.). *Craig Anderton's Brief History Of MIDI*. MIDI. <https://midi.org/craig-andertons-brief-history-of-midi>

Midi Association. (s.f.). *MIDI From The Inside*. MIDI. <https://midi.org/midi-from-the-inside>

Nofi. (15 de marzo de 2012). *Interview: Composer Austin Wintory On Journey*. The Sixth Axis. <https://www.thesixthaxis.com/2012/03/15/interview-journey-composer-austin-wintory/>

Núñez, V. (2021). El rol de la música incidental y el sound design en los videojuegos modernos (1996-2019) [Tesis de bachiller, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655918>

- Ombler, M. (27 de mayo de 2021). *How audio brought The Last Of Us: Part 2 to life Naughty Dog's Rob Krekel shares the secrets behind The Last of Us: Part 2's award-winning audio*. Games Industry. <https://www.gamesindustry.biz/how-audio-brought-the-last-of-us-part-2-to-life>
- Pérez, N. y Valdivieso J. (2023). El uso de técnicas de composición musical para bandas sonoras de videojuegos de aventura (1985-2022) [Tesis de licenciatura]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667967>
- Shea, C. (10 de marzo de 2008). *Al Alcorn Interview*. IGN. <https://www.ign.com/articles/2008/03/11/al-alcorn-interview>
- Soto, A. (10 de junio de 2018). *Shadow of the Colossus: "Symphonic Suite" – Orchestral Cover – Score & Parts*. VGOScore. <https://vgoscore.com/shadow-of-the-colossus-symphonic-suite-orchestral-cover-score-parts/>
- Stevenson, J. (16 de septiembre de 2023). *Spider-Man 2 - Preview Thread*. Resetera. <https://www.resetera.com/threads/spider-man-2-preview-thread.764876/page-7#post-112144037>
- Terré, I. y Zampa, G. (2020). El sonido y la música en los videojuegos de la década de 2010 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Rosario]. <https://rephip.unr.edu.ar/items/660b84cb-00f0-404f-8a95-b9c775aa8249>
- The Game Awards. (s.f.). *Winners*. The Game Awards. <https://thegameawards.com/rewind/year-2020>

- Tong, S. (22 de septiembre de 2011). *Sound Byte: The Ico & Shadow of the Colossus Collection*. GameSpot. <https://www.gamespot.com/articles/sound-byte-the-ico-and-shadow-of-the-colossus-collection/1100-6336232/>
- Velasco, J (8 de noviembre de 2011). *Historia de la tecnología: OXO, un videojuego para uno de los primeros computadores de la historia*. Hipertextual. <https://hipertextual.com/2011/07/oxo-un-videojuego-para-uno-de-los-primeros-computadores-de-la-historia>
- Young, D. (2012). Adaptive game music: The evolution and future of dynamic music systems in video games [Tesis de licenciatura, Ohio University]. https://etd.ohiolink.edu/acprod/odb_etd/etd/r/1501/10?clear=10&p10_accession_num=ouhonors1340112710

Referencias de Figuras

- Bajuxx12. (2020). Pantalla de Donkey Kong Country [Fotografía]. Ppe. <https://www.ppe.pl/blog/89221/16604/recenzja-gry-donkey-kong-country-1994.html>
- Betts, W. (2019). Ejemplo Ape Out 1 [Fotografía]. MusicTech. <https://musictech.com/features/interviews/ape-out-matt-boch-game-soundtrack/>
- Betts, W. (2019). Ejemplo Ape Out 2 [Fotografía]. MusicTech. <https://musictech.com/features/interviews/ape-out-matt-boch-game-soundtrack/>
- Big John WV. (2007). Portada de Sonic The Hedgehog [Fotografía]. Mobygames. <https://www.mobygames.com/game/6579/sonic-the-hedgehog/cover/group-36074/cover-98383/>
- Clarke, M. [@fromwithinuk]. (7 de diciembre de 2022). Como se programaba música en la SNES [Fotografía]. X. <https://x.com/fromwithinuk/status/1600485087920930816>
- Darklanlan. (2016). Roland Sound Canvas SC-88 Pro [Fotografía]. Wikimedia. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roland_SC-88Pro.jpg#/media/File:Roland_SC-88Pro.jpg
- Dead Kennedy. (2024). Portada de Police Truck [Fotografía]. YouTube. <https://youtu.be/FV1YVZV-Wb8>
- Pharoah Sanders. (2024). You've Got to Have Freedom. [Fotografía]. YouTube. <https://youtu.be/prGeZ0ocsnA>
- Evan-Amos. (2010). PlayStation [Fotografía]. Wikimedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSX-Console-wController.png#/media/File:PSX-Console-wController.png>

Evan-Amos. (2011). Sega Genesis [Fotografía]. Wikimedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sega-Genesis-Mod1-Set.png#/media/File:Sega-Genesis-Mod1-Set.png>

Evan-Amos. (2013). Nintendo Entertainment System [Fotografía]. Wikimedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NES-Console-Set.png#/media/File:NES-Console-Set.png>

Evan-Amos. (2013). Super Nintendo Entertainment System [Fotografía]. Wikimedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sega-Genesis-Mod1-Set.png#/media/File:Sega-Genesis-Mod1-Set.png>

Evan-Amos. (2016). PlayStation 2 [Fotografía]. Wikimedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sony-PlayStation-2-30001-wController-L.png#/media/File:Sony-PlayStation-2-30001-wController-L.png>

Evan-Amos. (2016). PlayStation 3 [Fotografía]. Wikimedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sony-PlayStation-3-CECHA01-wController-L.png#/media/File:Sony-PlayStation-3-CECHA01-wController-L.png>

Funspot. (2011). Pantalla de Space Invaders [Fotografía]. Eurogamer. <https://www.eurogamer.es/space-invaders-articulo>

GameRoom. (2020). Portada de The Last of Us Part II [Fotografía]. GameRoom. <https://gameroom.cc/en/sony-playstation/products/the-last-of-us-part-ii-en-ru-654>

Garcia J.J. [@Jessejames34]. (2020) Ellie rompiendo vidrio. [Fotografía]. X. <https://x.com/Jessejames34/status/1277361585527197696>

Hyper_Hedgehog. (2008). Pantalla de Sonic The Hedgehog [Fotografía]. Giantbomb. <https://www.giantbomb.com/green-hill-zone/3035-144/images/>

Imdb. (s.f.). Portada de Doom [Fotografía]. Imdb. <https://www.imdb.com/title/tt0286598/mediaviewer/rm2880712705/>

Insanity-Designs. (2014). Portada de Tony Hawk's Pro Skater. [Fotografía]. Deviant Art. <https://www.deviantart.com/insanity-designs/art/Tony-Hawk-s-Pro-Skater-SLUS-00860-PS1-Cover-Art-1059530842>

InterMusic (2015). Ableton el Push 2 [Fotografía]. InterMusic. <https://www.intermusic-pro.com/blog/novation-push-2/>

LaunchBox. (s.f.). Arcade Pong [Fotografía]. LaunchBox. <https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/7563-pong>

LaunchBox. (s.f.). Arcade Space Invaders [Fotografía]. LaunchBox. <https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/2129-shadow-of-the-colossus>

LaunchBox. (s.f.). Pantalla de Pong [Fotografía]. LaunchBox. <https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/7563-pong>

LaunchBox. (s.f.). Portada de Shadow of the Colossus. [Fotografía]. LaunchBox. <https://gamesdb.launchbox-app.com/games/images/2129-shadow-of-the-colossus>

LuigiCube. (2023). Portada de Donkey Kong Country [Fotografía]. Mariowiki. https://www.mariowiki.com/Gallery:Donkey_Kong_Country#/media/File:Boxart_dkc_front.png

Nintendo. (2014). Pantalla de Ape Out [Fotografía]. Nintendo. <https://www.nintendo.com/en-ca/store/products/ape-out-switch/>

Nintendo. (2014). Pantalla Super Mario Bros. [Fotografía]. Nintendo. <https://www.nintendo.com/es-es/Juegos/NES/Super-Mario-Bros-803853.html>

Nintendo. (2014). Portada Ape Out [Fotografía]. Nintendo. <https://www.nintendo.com/en-ca/store/products/ape-out-switch/>

Perrito-Gatito. (2014). Portada de Super Mario Bros. [Fotografía]. Deviant Art. <https://www.deviantart.com/perrito-gatito/art/Super-Mario-Bros-Nes-Cover-462535304>

Pharoah Sanders. (2016). PlayStation 4 [Fotografía]. Wikimedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sony-PlayStation-4-wController.jpg#/media/File:Sony-PlayStation-4-wController.jpg>

PlayStation. (2020). Pantalla de Marvel's Spider-Man [Fotografía]. PlayStation. <https://www.playstation.com/es-cl/games/marvels-spider-man-2/>

PlayStation. (2020). Pantalla de The Last of Us Part II [Fotografía]. PlayStation. <https://www.playstation.com/es-cl/games/the-last-of-us-part-ii/>

PlayStation. (2020). Portada de Marvel's Spider-Man 2 [Fotografía]. PlayStation. <https://www.playstation.com/es-cl/games/marvels-spider-man-2/>

Pwnedgames. (s.f.). PlayStation 5 edición digital [Fotografía]. Pwnedgames. <https://www.pwnedgames.co.za/shop/playstation-5-1tb-console-glacier-white-god-of-war-ragnarok-bundle-ps5-new-detail>

Steam. (2016). Pantalla de Doom [Fotografía]. Steam. https://store.steampowered.com/app/2280/DOOM_DOOM_II/

Steam. (2016). Pantalla de Journey [Fotografía]. Steam. <https://store.steampowered.com/app/638230/Journey/>

Tecno-Smart C. (2016). PlayStation 3 [Fotografía]. Mercado Libre. https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-551663226-journey-juego-ps3-original-playstation-3-_JM