SOCIAL REVIEW | Vol. 14, No. 2, 2026 | ISSN 2695-9755
International Social Sciences Review / Revista Internacional de Ciencias Sociales
https://doi.org/ 10.62701/revsocial.v14.5508
© Edulab consulting, authors. All rights reserved.

BREVE HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA DE AUDIO EN LOS VIDEOJUEGOS
El Sonido de las Videoconsolas

A brief history of audio technology in video games: The sound of video game consoles

MIGUEL ANGEL ALONSO GUISANDE (MIGUELANGEL.ALONSO@UNIVERSIDADEUROPEA.ES)[1], LUIS ANTONIO LÓPEZ FRAILE (LUIS.LOPEZ@UNIVERSIDADEUROPEA.ES) [1]
[1]Universidad Europea de Madrid, España

KEYWORDS

Sound
Video games
Technology
Audio
History
Audiovisual
Videogame consoles

ABSTRACT

Throughout the history of video games, technological advances have been incorporated into production work flows that have transformed the sector into a fundamental pillar of the cultural industries. One of the key technological elements responsible for the rise of the video game industry has been the home video game console. These devices have contributed significantly to the popularisation of the sector, and are now the most widely used gaming tool in the world. This research examines the sound technology used in each generation of video game consoles, with the stated aim of identifying and analysing their main technical developments.

PALABRAS CLAVE

Sonido
Videojuegos
Tecnología
Audio
Historia
Audiovisual
Videoconsolas

RESUMEN

A lo largo de la historia de los videojuegos se han implementado avances tecnológicos en los flujos de producción que han transformado el sector en un pilar fundamental de las industrias culturales. Uno de los elementos tecnológicos clave, responsable del auge de la industria de los videojuegos, ha sido la videoconsola doméstica. Estos dispositivos han contribuido notoriamente a la popularización del sector, al tratarse del instrumento de juego más utilizado actualmente en el mundo. La presente investigación explora la tecnología de sonido empleada en cada generación de videoconsolas cuyos objetivos establecidos son identificar y analizar sus principales desarrollos técnicos.

Recibido: 12 / 07 / 2025
Aceptado: 29 / 11 / 2025

1. Introducción: contextualización histórica de la tecnología de audio en videoconsolas domésticas (1972-2025)

El sonido en los videojuegos nació con el videojuego titulado Pong en 1972 como una mera consecuencia de la imagen gráfica que aparecía en una pantalla en blanco y negro generada mediante rayos catódicos. Desde ese acontecimiento hasta nuestros días, el sonido, conceptualizado en su vasta extensión e implementado en los videojuegos, ha ido transformándose apoyado en la evolución tecnológica inherente a una industria concebida desde sus orígenes, como paradigma de la innovación, fruto de la fusión heterogénea de diversas disciplinas. El estudio del sonido constituye un campo de conocimiento cuya importancia se deriva del progreso tecnológico y de los cambios socioculturales acontecidos desde el propio nacimiento del ocio electrónico. Paulatinamente, el sonido en las producciones de videojuegos ha ganado en importancia en virtud del potencial experiencial y la excitación sensorial que produce. Los objetivos establecidos en el presente trabajo son determinar y clasificar las videoconsolas domésticas producidas comercialmente desde sus orígenes en el año 1972 hasta enero de 2025, así como identificar y describir las tecnologías de audio claves que han posibilitado el desarrollo de la producción sonora de los títulos videojuegos tal y como se conocen hoy día. En primer término, se establece un contexto histórico sobre la evolución sufrida por las videoconsolas domésticas y se catalogan en función de la implementación técnica de sonido para detectar los factores relevantes y comprender los conceptos fundamentales que intervienen durante el proceso de juego. La investigación realizada tiene el firme propósito de contribuir a desarrollar el conocimiento sobre el sonido en los videojuegos, focalizado en el soporte más extendido a nivel mundial en la actualidad, la videoconsola doméstica. Resaltar el dato en el mercado español de las novecientas mil unidades vendidas a lo largo del año 2024 (Asociación Española de Videojuegos, 2024). Para alcanzar los objetivos planteados se ha diseñado un tipo de investigación híbrida de carácter exploratorio y descriptivo pretendiendo enfocar el sonido de los videojuegos, así como describir los elementos técnicos que lo posibilitan de manera precisa. Desde el punto de vista de su implementación tecnológica, el diseño de las videoconsolas domésticas se sustenta primordialmente sobre el desarrollo de la tecnología utilizada en su producción comercial lo que permite determinar una clasificación en generaciones. Tal y como se desarrolla en epígrafes posteriores de la presente investigación, se identifican nueve generaciones desde sus inicios a comienzos de los años setenta. Para elaborar dicha clasificación se ha diseñado el estudio atendiendo a tres variables estratégicas: la fecha de producción y disponibilidad temporal en el mercado de los modelos en cuestión, las posibilidades de interacción con el jugador y la evolución tecnológica audiovisual de los modelos. A continuación, se identificarán y describirán los aspectos más importantes de cada una de las generaciones de videoconsolas segmentadas.

1.1. Primera Generación

Los inicios del audio en la primera generación de videoconsolas se caracterizaron por las básicas o nulas capacidades de audio que en su mejor versión podían producir una gama de simples pitidos de sonido monofónico generadas por circuitos electrónicos analógicos. Con la aparición de la primera videoconsola comercializada de la historia, la Magnavox Odyssey, se define una primera generación de videoconsolas cuya producción fue realizada entre los años 1972 y 1977(Donovan, 2010). Resaltar que la videoconsola carecía de la emisión de sonido. Con respecto a su popularidad, sólo se podía adquirir a través de puntos de distribución autorizados por Magnavox, lo que limitó el acceso al público potencial, aun así, tuvo un notable éxito comercial. La videoconsola se vendía con varios cartuchos de juegos de serie y accesorios opcionales que se comercializaban aparte, como un fusil que permitía al jugador disparar a la pantalla del televisor. En 1975, gracias a las pruebas realizadas en el bar Andy Capp´s desde noviembre de 1972 en

California por el ingeniero Alan Alcorn, se instalaron unas máquinas del videojuego denominado Pong en salones recreativos, alcanzando rápidamente un notable éxito de público. Sobre esta base, en el año 1975 la empresa Atari decidió probar fortuna en el ámbito doméstico y creó la segunda videoconsola de la historia, la Atari Pong que producía pitidos, zumbidos y ruidos simples que servían principalmente para indicar eventos del juego, por supuesto la videoconsola de Atari no emitía música compleja ni efectos de sonido detallados (Atari, 2012). La consola no estaba concebida para soportar varios juegos como la Odyssey en formato de cartucho, sino que contenía un único juego de Pong, así nació el videojuego como producto de cultura de masas.

> Alcorn nearly three months to build a working prototype. His finished project surprised Bushnell and Dabney. Instead of giving them an interesting exercise, Alcorn had created a fun game that became their flagship product. Bushnell named the game Pong. (Kent, 2001, p.42)

Atari demostró muy poca habilidad con las gestiones administrativas de sus patentes y registros de productos, y en 1975 esto se tradujo en que multitud de compañías se habían introducido en la prometedora industria de los videojuegos. Uno de los ejemplos más claros en Estados Unidos, fue la empresa Coleco, que se sumó al frenesí inicial, animada por el éxito y la poca diligencia que Atari mostraba con el registro de sus patentes. Las consolas basadas en Pong fueron muy numerosas, aunque podemos realizar una clasificación en base a sus componentes electrónicos utilizados en su diseño:

1. Analógicas: las primitivas videoconsolas fueron construidas sobre tecnología analógica que utilizaba componentes electrónicos pasivos denominados RLC: resistencias, bobinas y condensadores. Lógicamente al tratarse de una electrónica básica las funciones y calidad de la imagen y sonido eran muy primarios. Uno de los rasgos singulares era que los parámetros del juego se almacenaban en los condensadores, algo que hacía a la señal visual inestable y de escasa calidad. Por esta razón, la Magnavox Odyssey estaba en el límite de lo que podríamos considerar una videoconsola electrónica.
2. Digitales: son las consolas implementadas con componentes electrónicos digitales. La electrónica digital empleaba inicialmente elementos constructivos como las puertas lógicas. La principal ventaja de la nueva tecnología digital aplicada a las videoconsolas es que aseguraba la estabilidad de imagen al codificar la señal analógica inicial en lenguaje binario compuesto únicamente por ceros y unos.
3. Microprocesador: con el empleo de este componente electrónico se consigue utilizar muy pocos elementos con el consiguiente ahorro de costes de producción. El juego se integraba en un solo microprocesador o chip. La empresa General Instruments fue uno de los principales fabricantes y estandarizó el empleo de los chips en la fabricación de videoconsolas de primera generación.
4. Sistemas programados: dieron lugar a la última evolución de consolas tipo Pong. Aparecieron en los años ochenta a comienzos de la segunda generación y estas se aprovecharon de la aparición de los chips microprocesadores y la programación de software almacenado en memorias físicas (Donovan, 2010).

1.2. Segunda generación

Con el lanzamiento de la videoconsola Fairchild Channel F en 1976 nace la segunda generación enmarcada a comienzos de la denominada era de los 8 bits. La Fairchild no tuvo mucho alcance de distribución ya que nunca se comercializó fuera de su país de nacimiento, EE. UU. En aquellos años los juegos sólo se almacenaban en circuitos integrados o microchips, significando esto una clara limitación de uso y jugabilidad ya que no podían adquirirse y por ende disfrutar de nuevos juegos adicionales a los incorporados de serie en la máquina. Con la segunda generación, los microprocesadores entraron a escena y gracias a ellos, los juegos se empezaron a almacenar en cartuchos tal y como se conocen en la actualidad, lo que incrementó notablemente las

posibilidades de juego y de explotación comercial ya que fue la primera vez que estos se comercializaban independientemente de la videoconsola. Nos encontrábamos ante el primer caso de comercialización independiente de juegos. Una de las videoconsolas que introdujo el sistema de cartuchos de juegos fue la Fairchild, que pese a ello no gozó de excesivo éxito en cuanto a popularidad, aunque su gran acierto fue patentar el sistema de cartuchos de juego, en la denominada patente 555 (Kent, 2001).

Si existe una compañía reconocida y que ha alcanzado una gran popularidad mundial al ser el mayor fabricante de juguetes es Mattel Electronics. Mattel inició su andadura como productor de videoconsolas, con el lanzamiento en 1980 de su avanzada Intellivision, con un procesador que utilizaba 10 bits y en algunos procesos 16 bits. La consola también incorporaba tres canales de audio independientes, un importante avance en el desarrollo de sonido hasta aquel momento. Sin embargo, la Intellivision no fue ni mucho menos el primer producto de la compañía y las primeras experiencias con juegos electrónicos datan del año 1976. «En 1976, Mattel empezó a trabajar en una línea de juegos deportivos con tamaño calculadora que se convertirían en los primeros juegos electrónicos portátiles de la historia» (Mora, 2017, párr. 1). La primera producción de la Intellivision de Mattel fue un éxito y su producción se agotó rápidamente, por lo que se situaría como la competencia directa de Atari y su modelo 2600, que tenía los derechos de los juegos Arcade más populares de la fecha. Cabe destacar que en 1979 nace Activision, creado por un grupo de antiguos empleados de Atari, convirtiéndose en el primer estudio independiente de videojuegos. Algunos de los juegos más famosos de esta época fueron: Asteroids, Donkey Kong, Mario Bros, Pac-Man o Space Invaders. En 1983 la crisis invadió al sector de los videojuegos marcada por un mercado saturado en cuanto a número de consolas y juegos de escasa calidad, generando en los consumidores desconfianza y descontento lo que se tradujo en una caída masiva de las ventas. La crisis duró hasta finales de 1984 aunque en Europa fue muy diferente debido al retraso de casi dos años con respecto a EE. UU. Justo cuando se preveía una profunda crisis apareció la videoconsola Nintendo Entertaiment System de Nintendo Co., Ltd., conocida como NES y con ella el inicio de la tercera generación.

1.3. Tercera generación

Se inicia la tercera generación el 15 de julio de 1983 con el lanzamiento en Japón por parte de Nintendo Co., Ltd. de su modelo llamado Family Computer, conocida coloquialmente como Famicom y con la consola de Sega Games Co., Ltd., la SG 1000. Hasta 1985, Nintendo Co., Ltd. no se atrevió a lanzar un modelo nuevo al mercado, recordemos que la crisis duró hasta finales de 1984 y no se dio por finalizada precisamente hasta el lanzamiento de la NES en el mercado americano (Gorges, 2015). Hasta finales de 1986 no llegó a Europa considerándose un modelo clave en el desarrollo de la industria de los videojuegos ya que las previsiones del sector no intuyeron una rápida recuperación de la crisis de 1983. Otro modelo de esta generación que alcanzó un notable éxito fue la consola Master System de Sega Games Co., Ltd. que superó en el mercado europeo las ventas de la NES. Sin embargo, en dos mercados claves como el americano y japonés no alcanzaría los objetivos de ventas fijados. La tercera consola destacable de esta generación fue la Atari 7800 que sólo obtuvo en su mercado natal un moderado éxito con cuatro millones de unidades vendidas.

Esta segunda generación de videoconsolas arroja dos conclusiones que se antojan clave en el transcurso de la historia de los videojuegos. La primera de ellas es que la hegemonía de la industria americana encabezada por Atari cedería ante el empuje de las nuevas empresas orientales situadas en Japón y lideradas por Nintendo Co., Ltd. y Sega Games Co., Ltd. La segunda conclusión fue el importante desarrollo que sufrió el diseño de los videojuegos ya que hasta entonces se utilizaban fondos fijos. Un ejemplo de ello es el videojuego Space Invaders donde se empezaron a utilizar fondos móviles o con *scrolling*, ejemplificado magistralmente en el mítico videojuego Super Mario Bros. Este cambio supuso una auténtica revolución y cambiaría la manera de concebir los videojuegos hasta la fecha. A principios de la década de los noventa cabe resaltar

el auge que obtuvieron los ordenadores concebidos para el juego, sobre todo en Europa, como los Amstrad, Spectrum o Amiga.

1.4. Cuarta generación

La cuarta generación o generación de los 16 bits, se caracterizó por una intensa batalla comercial entre Nintendo Co., Ltd. y Sega Games Co., Ltd. a través de sus nuevas y avanzadas consolas, Super Nintendo y Megadrive. Sin embargo, se estima el comienzo de la cuarta generación con el lanzamiento de la consola Nec Pc Engine, el 30 de octubre de 1987. La Nec Pc Engine fue conocida en nuestro país como Turbografx aunque apenas gozó de popularidad ya que obtuvo escasas ventas al no realizarse el lanzamiento oficial por parte de la marca en Europa. La Turbografx nació de una colaboración entre Nec y Hudson Soft, y a finales de los noventa lanzó un periférico con un lector de *CDROM* lo que hizo que en Japón incrementara sus ventas, aunque esto no le sirvió en otros países pasando prácticamente inadvertida en el resto del mundo. A finales de los años noventa, varias compañías lanzaron sus propuestas, siendo la única destacada la Neo Geo de SNK. La consola Mega Drive se lanzó al mercado japonés el 29 de octubre de 1988 llegando a EE. UU. un año después y a Europa y Australia, concretamente el 30 de noviembre de 1990, un retraso de más de dos años con respecto al mercado japonés. Sega Games Co., Ltd. fue pionera en el sector al ofrecer para su consola Mega Drive accesorios opcionales no incluidos en el paquete básico de compra. Estos consistían en un periférico de *hardware* denominado Mega CD que ampliaba las capacidades de la consola a nivel técnico, mejorando su velocidad y gráficos en pantalla, así como las posibilidades de sonido que permitían a su usuario reproducir música, convirtiendo a la Mega Drive en un primario sistema multimedia (Sega Saturn Magazine, 1998). La cuarta generación de videoconsolas se caracterizó por la utilización de agresivas campañas de marketing por parte de las compañías de videojuegos. Son varios los ejemplos que podemos citar como el de la consola Turbografx que se vendía como la primera consola de 16 bits cuando su procesador principal era de 8 bits y la Intellivision que ya disponía de un procesador de 16 bits 10 años antes. Sega Games Co., Ltd. anunciaba para su Mega Drive una rapidez de procesado sin igual para describir la frecuencia de reloj o clock rate, utilizada por el procesador en concreto 7,67 Mhz por los 3,58 Mhz de la videoconsola Super Nintendo. Durante los últimos años de la década de los noventa, importantes empresas pertenecientes a sectores ajenos a la industria de los videojuegos aprovecharon para prepararse de cara a ofrecer un cambio radical en cuanto a la concepción de los videojuegos que llegaría con la quinta generación.

1.5. Quinta generación

La generación de los 32 o 64 bits, o lo que es lo mismo, la denominada quinta generación, se desarrolló de 1993 al año 2001. A pesar de los múltiples términos acuñados, realmente ninguna de estas denominaciones engloba a todos los sistemas utilizados durante estos años. En la quinta generación existieron multitud de consolas, aunque nos centraremos en los tres modelos más representativos en base a unidades vendidas que se disputaron la batalla comercial: Sega Saturn, Sony Playstation también conocida como PsOne y la Nintendo 64. El hito que marcó esta quinta generación fue el dominio de mercado ejercido por Sony Corp., debido al éxito comercial de su videoconsola PsOne. La recién llegada Sony Corp., superó a Nintendo Co., Ltd. como empresa líder de la industria de los videojuegos. Se produjo de esta forma un relevo a nivel mundial en cuanto a liderazgo empresarial que se vería extendido hasta la sexta generación de consolas. En la quinta generación se introdujeron por primera vez en su historia, los videojuegos en tres dimensiones o 3D que introdujeron cambios en cuanto a la filosofía de trabajo en el diseño y desarrollo de los videojuegos. Inevitablemente estos nuevos flujos de trabajo unidos a la mayor complejidad técnica desembocaron en unas necesidades mayores de almacenamiento. Ejemplo de ello fueron los cartuchos utilizados hasta la fecha que dieron paso a los soportes ópticos, albergando unas capacidades de almacenamiento de datos mucho mayores y realizándose con menores costes de

producción, lo que permitiría la incorporación de escenas cinematográficas, aportando así un realismo nunca visto hasta la fecha.

La práctica totalidad de empresas comenzaron a desarrollar sus videojuegos en soporte digital Compact Disc (CD), lo que redundaba en una mejora de los contenidos audiovisuales en cuanto a complejidad de los temas musicales, gráficos y flexibilidad, todo ello unido a unos menores costes de producción que se transmitieron a los consumidores. Muchos desarrolladores de videojuegos tradicionalmente ligados a Nintendo Co. Ltd. comenzarían a trabajar con Sony Corp., que apostó firmemente por el uso del CD en su consola PsOne. La empresa desarrolladora de videojuegos Squaresoft o SquareCo Ltd., asociada desde sus inicios a Nintendo Co. Ltd., vio limitado el desarrollo de su popular videojuego Final Fantasy VII, el cual se lanzaría finalmente en la videoconsola PsOne, generando uno de los casos más recordados en la historia de los videojuegos.

1.6. Sexta generación

El 27 de noviembre de 1998 dio comienzo la sexta generación de videoconsolas con el lanzamiento en Japón por parte de Sega Games Co., Ltd., de la videoconsola Dreamcast. La principal contribución que se advirtió durante el transcurso de esta generación fue el uso de una arquitectura de construcción propia de los ordenadores personales o PC´s, que se vería reflejada en la implementación de las consolas y que emplearía elementos propios de la informática tales como el uso de reproductores de DVD, conexión a internet, los sistemas de almacenamiento en disco duro y las memorias flash. Cuatro videoconsolas se disputarían el liderazgo mundial en cuanto al número de unidades vendidas durante esta generación tal y como se identifica en la tabla 1.

Tabla 1. Videoconsolas más representativas de la sexta generación

Compañía	Videoconsola	Unidades vendidas	Fecha
Sony	PlayStation 2	150 millones	febrero 2011
Microsoft	Xbox	24 millones	mayo 2006
Nintendo	Gamecube	22 millones	septiembre 2010
Sega	Dreamcast	9,13 millones	febrero 2001

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La consola Dreamcast fue la primera de esta generación que paradójicamente sería la que tuvo una menor vida comercial, pues oficialmente se descatalogó en 2001 debido al fuerte empuje en ventas de la PlayStation 2. Dreamcast disponía de juegos por internet y navegador web gracias a la incorporación de un modem interno y resolución estándar o SD de gráficos en pantalla, lo que hacía de la consola un producto diferente. La PlayStation 2 de Sony Corp., se lanzó al mercado a nivel mundial en el año 2000, con apenas ocho meses de diferencia entre Japón y Australia. Llegaría a Europa el 24 de noviembre de 2004, en el que fue el lanzamiento global de una videoconsola más exitoso hasta la fecha. A este éxito, sin duda, contribuyó la incorporación por primera vez de un lector de DVD en la propia consola, lo que permitía disfrutar de contenidos audiovisuales y reproducir películas. En 2004 Sony Corp., rediseñó la consola reduciendo su tamaño, siguiendo la misma actuación que ya había realizado con éxito en la PsOne. Nintendo Co. Ltd., presentó en Japón su videoconsola Gamecube el 15 de septiembre de 2001, llegando aproximadamente un año más tarde a Europa. La Gamecube no utilizó el tamaño estándar del soporte en DVD correspondiente a 12 cm de diámetro, sino que utilizaba uno más pequeño de 8 cm que no benefició a su éxito comercial. En el año 2007 con el lanzamiento de la consola Wii finalizó su producción. El 15 de noviembre de 2001 con la llegada en EE. UU. de la consola Xbox, Microsoft Corp., inició su andadura en el sector de los videojuegos (Microsoft, 2023).

La Xbox fue conocida por aplicar soluciones propias de la informática al mundo de los videojuegos. Una de ellas fue el uso de *hard disk drives* para almacenar las partidas de los juegos. La videoconsola de Microsoft Corp., también fue la primera consola en incluir un puerto Ethernet para el juego a través de su propia plataforma Xbox Live de Microsoft Corp. La Xbox tuvo su mercado especialmente en EE. UU. donde gracias a la saga de videojuegos, Halo logró posicionarse

como la segunda videoconsola más vendida en esta sexta generación. La sexta generación se extendería hasta el año 2008, época más longeva de la historia de los videojuegos.

1.7. Séptima generación

La séptima generación de consolas se inicia con el lanzamiento comercial de la consola de Microsoft Corp., Xbox 360 el 22 de noviembre de 2005. Posteriormente le seguirían las consolas de Sony Corp., y de Nintendo Co. Ltd., la PlayStation 3 y la Wii el 17 y 19 de noviembre de 2006 respectivamente. Las principales innovaciones implementadas en esta generación fueron la mejora en cuanto a la resolución de la imagen, empleándose resoluciones en alta definición o HD por primera vez. La Xbox 360 apostaba por ofrecer a sus consumidores una mayor calidad de imagen al desarrollar sus juegos en HD. Por su parte, la PlayStation 3 ofrecía un lector de Blu-ray para la reproducción de contenidos audiovisuales en alta definición, convirtiendo a la consola de Sony Corp., en una plataforma de reproducción de contenidos multimedia. Mientras tanto la consola de Nintendo Co. Ltd. basó su apuesta en un innovador sistema de reconocimiento de movimientos por parte de los jugadores con el objetivo de hacer sentir al usuario el protagonista del juego. La estrategia de Nintendo Co. Ltd., era atraer a jugadores ocasionales de videojuegos o poco frecuentes a través de un grupo de juegos desarrollados expresamente para la Wii o Core Games. Wii Sports, Wii Play, Wii Music y Wii Fit constituyeron la gama principal de videojuegos donde la consola a través de sus periféricos simulaba actividades y movimientos de la vida real. Nintendo Co. Ltd. unió estas características ideadas para el disfrute familiar, una estrategia de venta agresiva ofreciendo su consola a un coste económico sensiblemente más bajo que sus competidores.

1.8. Octava generación

El 15 de noviembre de 2013 llegó la nueva versión de la consola de Sony Corp., la PlayStation 4 o Ps4. A su vez Microsoft Corp. lanzaría su consola Xbox One en el mismo mes, en concreto el día 22. Ambas son actualmente las consolas más relevantes del mercado, aunque la octava generación de consolas se da por iniciada con el lanzamiento de la consola Wii U de Nintendo Co. Ltd., el 18 de noviembre de 2012. Durante esta generación a las mejoras técnicas introducidas a nivel de hardware se le unen unas mayores posibilidades de conectividad y una mayor integración con dispositivos externos, un claro ejemplo de ello es la opción compartir que presentaba la Ps4 y que gracias a ella era capaz de transmitir los contenidos del juego a otros dispositivos fundamentalmente portátiles.

1.9. Novena generación

La novena generación de videoconsolas domésticas ha marcado un hito en la evolución del entretenimiento digital, no solo por sus avances gráficos y de rendimiento, sino también por las innovaciones en la tecnología de audio. A continuación, se citan los modelos clave de esta generación: la PlayStation o Ps5 de Sony, la Xbox Series X|S de Microsoft. La PlayStation 5 ha introducido el motor de audio Tempest 3D AudioTech, una tecnología de audio tridimensional que ofrece una experiencia de sonido inmersiva. Una de las capacidades clave del motor Tempest es su enfoque en el audio basado en objetos. A diferencia del audio tradicional basado en canales, donde los sonidos se mezclan en un número fijo de canales como un sistema multicanal tradicional en 5.1 o 7.1, el audio basado en objetos trata cada sonido como una entidad discreta con su propia posición espacial (Anderson et al., 2024). Esto permite que cientos de fuentes de sonido simultáneas se ubiquen con precisión en un espacio tridimensional, moviéndose dinámicamente e interactuando con el entorno virtual de una manera mucho más realista. Además de la potencia de procesamiento, el motor Tempest introduce el concepto de Funciones de Transferencia Relacionadas con la Cabeza (HRTF) personalizadas. Las HRTF son conjuntos de filtros que describen cómo el oído externo y la cabeza de una persona filtran las ondas de sonido provenientes de diferentes direcciones, lo que influye en la forma en que percibimos la ubicación

de un sonido. En el lanzamiento, la PS5 ofreció cinco perfiles HRTF preestablecidos, con aspiraciones futuras de permitir a los usuarios crear perfiles personalizados basados en la forma de sus oídos. Este sistema permite a los jugadores percibir sonidos provenientes de múltiples direcciones, creando una sensación de espacialidad que mejora la inmersión en el juego. La PS5 utiliza algoritmos avanzados para procesar el audio en tiempo real, adaptándose a diferentes configuraciones de altavoces y auriculares (Leadbetter, 2023). Esta tecnología es especialmente efectiva en juegos que requieren una localización precisa de los sonidos, como en los títulos de acción y aventura. Por su parte la compañía Microsoft, ha equipado la Xbox Series X y la Xbox Series S con soporte para Dolby Atmos y DTS:X, dos de las tecnologías de audio más avanzadas disponibles en el mercado. Dolby Atmos ofrece un sonido envolvente que se adapta dinámicamente al entorno del jugador, permitiendo una experiencia auditiva tridimensional DTS:X.

2. Resultados

Atendiendo a la propuesta metodológica y a los objetivos fijados en el presente estudio, en los epígrafes sucesivos se identifican y describen cada uno de los principales avances técnicos de audio en la historia de los videojuegos. Al realizar una revisión bibliográfica y un estudio enfocado sobre la tecnología de audio en su perspectiva histórica, podemos afirmar que han existido desarrollos tecnológicos claves que han sido parte decisiva y han contribuido notoriamente en el auge de la industria de los videojuegos. Sin el avance de la tecnología no se entendería una industria, estrechamente ligada al potencial de innovación tecnológico de sus principales compañías. Reseñar que algunos de los desarrollos técnicos identificados no son tecnologías surgidas específicamente para su aplicación en el proceso de implementación técnica del videojuego, sino que son tecnologías derivadas de otras aplicaciones del mundo audiovisual. Este hecho no resta importancia a la investigación de la tecnología en el campo de los videojuegos ya que ésta se adapta y se transforma para su utilización en el desarrollo del diseño de sonido del videojuego. A continuación, se describirán los avances tecnológicos más relevantes en materia de sonido que han supuesto un salto cualitativo a la industria de los videojuegos hasta donde se encuentra situada hoy día.

2.1. Tipologías de síntesis de audio

Un sonido puede producirse de forma sintética mediante el uso de señales eléctricas que imitan las ondas acústicas sonoras. Existen dos tipologías básicas de síntesis de audio: la síntesis analógica y la síntesis digital. En los inicios de la síntesis de audio, los sonidos se creaban a partir de señales analógicas elaboradas con componentes electrónicos pasivos en circuitos electrónicos RLC, constituidos fundamentalmente por bobinas, resistencias y condensadores.

La síntesis analógica se inicia en los años sesenta y alcanza su apogeo durante los años ochenta coincidiendo con la generación dorada de los videojuegos, donde las composiciones musicales y los sonidos propios de la acción del juego se popularizaron rápidamente utilizando las videoconsolas de la época como reproductores musicales. En las primeras máquinas arcade los sonidos se creaban a partir de síntesis analógica. Sin embargo, en la totalidad de videoconsolas domésticas comercializadas se utilizaron técnicas de síntesis digital en la concepción de las bandas sonoras de los videojuegos. La síntesis analógica pronto se vería desbancada por la flexible y asequible tecnología digital a mediados de los años ochenta, donde los menores costes de producción y la versatilidad de los sintetizadores digitales permitieron el desarrollo de distintos tipos de síntesis digital. Existen diferentes tipos de síntesis de audio digital empleadas en distintos campos de aplicación del sector de las telecomunicaciones o del sector audiovisual, como la síntesis sustractiva, la síntesis aditiva, la síntesis en amplitud modulada, la síntesis *wavetable* o tabla de ondas, la síntesis granular o la más reciente síntesis por modelado físico.

> The technique of fm synthesis provided a very simple temporal control over the bandwith of spectra whose components frequencies can have a variety of relationships [...] the technique is far simple than additive or substractive synthesis techniques which can produce similar spectra. (Chowning, 1973, p. 533)

De las afirmaciones de Chowning podemos entender por qué la síntesis FM fue el método más extendido y popular durante buena parte de los años ochenta e influenció la manera de concebir las estructuras musicales de los videojuegos de la época.

2.2. Chips de sonido dedicados y tarjetas de audio

A finales de los años setenta y durante la década de los ochenta los ordenadores personales y videoconsolas se implementaban con chips de sonido dedicados para la reproducción de sonido. Algunos ejemplos de estos años son la consola Atari 2600, el ordenador personal MSX o el mítico Commodore 64. En el caso de este último, utilizaba el chip SID 6581, todavía hoy en día venerado por productores musicales y verdadero objeto de culto entre músicos especializados en la composición de música Chiptune. La música Chiptune se caracteriza por la síntesis en tiempo real llevada a cabo en el circuito integrado del ordenador personal o la videoconsola, siendo lo más destacado su creatividad artística, más que las evidentes limitaciones tecnológicas de su arquitectura informática de 8 bits. A principios de los años noventa los chips de sonido dedicados se sustituyeron por las tarjetas de sonido instaladas físicamente en la placa base de los ordenadores personales siendo las precursoras las tarjetas de sonido de la compañía Creative Technology, Sound Blaster. Tras el éxito cosechado pronto aparecieron en el mercado infinidad de productos similares lo que provocó que las composiciones musicales sonaran diferentes en función del equipo utilizado por el usuario y surgiera la necesidad de estandarizar el lenguaje tecnológico utilizado en la industria musical (Wing, 1988).

2.3. El protocolo MIDI en el ámbito de la producción musical de videojuegos

El protocolo Musical Instrument Digital Interface (MIDI) se desarrolló durante buena parte de los años ochenta con el fin de estandarizar los diferentes sonidos producidos en las tarjetas de sonido. Aunque inicialmente concebido como un método de conexión entre dispositivos musicales MIDI y el software secuenciador musical, de modo que el sistema utilizara el mismo lenguaje binario y pudiera comunicarse de una manera sencilla consumiendo pocos recursos de sistema (Wing, 1998).

> The establishment of the Musical Instrument Digital Interface (MIDI) in the late eighties gave easy access to tools for musical sound to home users, hobbyists, and millions of ordinary musicians. These users established a new constituency who could experiment with sound control in ways that previously had been possible only in research studios. MIDI is now the most prevalent representation of music, but what it represents is based on hardware control protocols for sound synthesis. (Selfridge-Field, 1997, p.6)

MIDI se adelantó a su tiempo al estandarizar y crear una normativa que fue adoptada por la mayoría de los fabricantes de tecnología musical. Ejemplo de ello fueron las compañías Roland Corporation y Yamaha que contribuyeron de forma notable al desarrollo de nuevas extensiones de software MIDI con los protocolos Roland GS o Yamaha XG, mejorando y favoreciendo la universalización del protocolo MIDI en entornos de composición y grabación musical. Una característica muy valorada por los diseñadores de sonido y compositores musicales para aplicaciones audiovisuales es el hecho de que la operativa de trabajo con MIDI se realiza en tiempo real, pudiendo trabajar de manera síncrona con la imagen y adaptarse a los requisitos creativos y de expresión sonora exigidos en cada instante (Jackson, 2015). De esta manera un compositor que esté interpretando una pieza musical puede ajustar la duración de su composición al tamaño de la escena o secuencia de un videojuego. «The computers were fast enough to be able to sequence

notes, control the number of keyboards and drum machines at the same time… it kind of opened up a whole new industry» (Bateman, 2012, párr. 13). Como se puede leer en las afirmaciones de Dave Smith en la entrevista para la cadena de televisión británica BBC con Tom Bateman, la introducción del sistema MIDI supuso una auténtica revolución en las producciones musicales por su impacto en los procesos de trabajo, continuando su desarrollo durante las décadas posteriores. En pleno siglo XXI, adaptado a las modernas exigencias técnicas, el MIDI continúa de vigencia y actualidad debido a que sus escasos requisitos de almacenamiento, facilidad de aprendizaje operativa, composición musical, grabación y edición de sonido en entornos multimedia y aplicaciones para videojuegos, hacen de este protocolo la herramienta idónea en la concepción de estructuras sonoras.

2.4. Sistemas DAW (Digital Audio Workstation)

Los progresos técnicos en el desarrollo de la historia de los videojuegos no siempre estuvieron vinculados con mejoras en el hardware de las consolas o a los equipos implicados en la fase de producción de estos. A mediados de la década de los años ochenta comenzaron a aparecer en el mercado aplicaciones de software para audio y con ellas nuevas posibilidades para la creación de las bandas sonoras de los videojuegos, así como herramientas específicas que facilitaban los trabajos de composición y edición musical. Los programas informáticos, que inicialmente se implementaron como secuenciadores MIDI, con el desarrollo de las aplicaciones informáticas de audio pronto se constituyeron en modernos sistemas compuestos de hardware con su correspondiente software controlador, formando así lo que hoy día reconocemos como un sistema Digital Audio Workstation (DAW). El objetivo principal de un sistema DAW es permitir la grabación, edición y mezcla de audio digital a través de un sistema basado en un ordenador personal conectado a una interface de hardware, la cual permite la conversión analógica-digital y digital-analógica de las señales de audio, que posteriormente serán tratadas por el software específico de edición. De las palabras del galardonado editor y diseñador de sonido Woody Woodhall obtenemos una definición precisa, así como las principales funciones que se llevan a cabo en un sistema DAW.

> A digital audio workstation (DAW) is a computer-based audio recording, editing, and mixing system. There are many types of DAW´s but most consist of a computer, software that is audio specific, and usually some sort of hardware device beyond the computer. The hardware can be a simple stereo input and output sound card that operates inside the computer. Or it can be as sophisticated as a network of digital devices that can digitize, edit and mix complex multichannel audio soundtracks […] DAW´s are built for sound. They allow for precise control of many audio parameters at one time. They allow for highly customized, automated mixer configurations. DAW´s offer high quality filtering, processing and noise reduction, automation and signal routing capabilities. Many of the DAW systems can add additional hardware and software to increase these abilities. There are also software emulations of vintage equipment used inside of a DAW that are as good as their hardware inspirations at a fraction of the cost. DAW´s are powerful tools that record, edit, mix and master the soundtracks. (Woodhall, 2010, p.123)

Con rotundidad podemos afirmar que los sistemas DAW facilitaron la operativa y democratizaron el proceso de composición y grabación musical gracias a la facilidad de uso presentes y a un significativo ajuste de los costes de fabricación por parte de las empresas del sector. Hoy en día existe una amplia oferta comercial de sistemas DAW disponible en el mercado, que ofrecen unas prestaciones extraordinarias con costes económicamente asequibles para el público general.

2.5. Sistemas de audio multicanal

Los sistemas de reproducción de sonido sufrieron un importante avance durante la década de los años noventa con la llegada de los sistemas de sonido envolvente a la electrónica de consumo en el hogar y por ende a las videoconsolas. El sonido surround enriquece la experiencia del oyente con la adición de un número de canales discretos a su alrededor, situándolo en el centro de la escucha, estableciendo así un espacio sonoro de 360º en el eje horizontal, con lo que se amplía el área de percepción auditiva con respecto a los sistemas estéreo tradicionales. Gracias a esta tecnología surgen nuevas posibilidades de localización de fuentes sonoras aportando así más información sonora con respecto al origen, localización y distancia de los sonidos. Una vez más la mejora de las prestaciones tecnológicas aporta nuevas formas de expresión sonora que serán aplicadas en el desarrollo de los videojuegos optimizando así la experiencia del jugador e incluso transformando las reglas de jugabilidad establecidas hasta la fecha. El contenido sonoro evoluciona en términos dinámicos, ya que depende de la acción ejecutada durante el juego en tiempo real, de las decisiones tomadas por el protagonista dependerán las características de los sonidos emitidos. El sonido envolvente cobraría especial relevancia en algunos géneros de videojuegos como el First Person Shooter, que sin las posibilidades expresivas surround no se entendería o simplemente no llegaría a existir. Títulos como *Splinter Cell* (Ubisoft, 2002) o *Metal Gear Solid* (Konami, 1998), ambos pertenecientes al género de acción-sigilo, han implementado en sus diseños de sonido ejecuciones similares, en las que la música alerta de la presencia de enemigos o cuando el jugador ha sido descubierto. Este género de videojuegos depende en gran medida de la tecnología de sonido *surround* para ayudar al jugador a localizar objetos y personas dentro del espacio sonoro. Es por lo tanto responsable de elevar el nivel de trabajo en el diseño de sonido y de reforzar claramente la idea de que jugar a un juego con sonido envolvente es crítico para la experiencia del jugador y por ello, herramienta clave en el éxito de este.

2.6. Middleware

Se puede realizar una primera aproximación al concepto informático middleware, definiéndolo como la solución de software que realiza una función intermediaria comunicando dos aplicaciones informáticas independientes instaladas en equipos diferentes. En palabras del Doctor Amjad Umar, investigador de Bellcore (Bell Communications Research): «Middleware is a set of common business-unaware services that enable applications and end users to interact with each other across a network. In essence, middleware is the software that receives above the network and below the business-aware application software» (Umar, 2004, pp. 4-6). Para aplicar este concepto al audio en los videojuegos, debemos entender las actuales necesidades surgidas en la producción de audio moderna, en el que los videojuegos son concebidos en entornos dinámicos. Los entornos de audio dinámicos en el juego se construyen a partir de la interacción de multitud de sonidos individuales para componer un campo de escucha en 3D. Estos sonidos deben proporcionar en el oyente la sensación de profundidad, amplitud horizontal y posicionamiento vertical en el campo sonoro construido, con el objetivo de sumergir al jugador en un entorno lo más fiel posible a la percepción de realidad. En un videojuego, la proximidad de un jugador a un determinado área u objeto debe obtener una respuesta con la emisión de determinados sonidos producidos en tiempo real durante el transcurso del juego, deben reaccionar por tanto a las acciones ejecutadas por el jugador. Estas posibilidades constituyen un nuevo espacio de creación que ya no está reservado para las grandes producciones de videojuegos AAA ya que, de alguna manera las herramientas middleware han conseguido democratizar y elevar el diseño de sonido en producciones de limitado presupuesto. Durante los últimos años, las herramientas de audio middleware están demostrando su efectividad en la industria de los videojuegos en base a unas soluciones aportadas, que evidencian mejoras en las características de audio en el juego. Esto supone un menor consumo de recursos de hardware y un menor tiempo de programación requerido en las operaciones de audio aplicadas a la producción de videojuegos.

2.7. Procesado DSP

El procesado de señales digitales o DSP (Digital Signal Processor), se realiza mediante un microprocesador especializado que posee una arquitectura optimizada para las necesidades operativas rápidas de procesamiento de señal digital. Un DSP puede procesar datos en tiempo real por lo que resulta indicado en aplicaciones que no deben realizarse con *delay* y requieren de una inmediatez de ejecución como lo son las aplicaciones audiovisuales en las que se utilizan frecuentemente en operaciones de audio o en el procesamiento de imagen digital. Un procesador de señal digital realiza las operaciones matemáticas requeridas en la tecnología digital de manera eficiente y con gran velocidad de cálculo, lo que posibilita que las señales de audio y vídeo sean procesadas y permita visualizarlas o escucharlas en tiempo real. El procesado DSP también permite transformar y adaptar la información contenida en las señales y consigue modificarlas adaptándolas a los requisitos exigidos en cada instante. Estas características aportadas por la tecnología DSP revolucionaron la industria de los videojuegos en constante búsqueda de optimizar el realismo dinámico del sonido, la intensidad y por ende la experiencia obtenida durante el juego. «With hardware evolving and offering more processing power for audio, real time DSP can be implemented to "render" music in a more realistic fashion» (Peerdeman, 2006, p.15). La ventaja del procesamiento de audio en tiempo real son sus capacidades para generar un mayor abanico de sonidos en el videojuego y ofrecer una respuesta inmediata a las acciones expuestas durante el proceso. Por otro lado, el DSP también tiene un impacto en las partidas presupuestarias destinadas al diseño de sonido, ya que minimiza los costes asociados a las licencias de acceso a bases de datos y librerías de muestras de sonido. Al poder procesarse cada muestra de audio individualmente mediante DSP, los diseñadores de sonido pueden modificar, el siempre limitado número de muestras, generando así infinitas versiones de la misma muestra de audio. La variedad y riqueza del universo sonoro diseñado para el videojuego se suponen capitales para el *engagement* generado durante el juego y esto se consigue con una integración lo más fluida posible entre efectos y música. Es relevante el impacto que proporciona el uso de estructuras musicales no lineales en la comunicación y como incrementa en el jugador la sensación de *engagement* con el juego (Kramer, 1981). Esta nueva relación con la música se genera a raíz de la aparición de los procesos con DSP en el que se pueden constituir estructuras musicales más complejas, con algoritmos para variar armonías o melodías y construir estructuras de varias capas musicales.

2.8. Generación de sonido mediante programación procedural

En palabras de Paul Weir, director de Audio para Videojuegos, compositor musical, diseñador de sonido y uno de los expertos mundiales en audio Procedural, no existe una definición concisa del concepto procedural. Podemos realizar un primer acercamiento general al término, al considerar lo procedural como una generación de contenidos mediante síntesis en tiempo real bajo unas variables concretas. En una definición más aproximada por el investigador Andy Farnell, «Procedural audio is non-linear, often synthetic sound, created in real time according to a set of programmatic rules and live input» (Farnell, 2007, p.1). La clave en la generación de contenidos audiovisuales utilizando un método Procedural, es la creación mediante algoritmos que se modifican a sí mismos en función de lo ocurrido en el juego. El tipo de algoritmo utilizado trabaja de forma recurrente creando estructuras y patrones repetitivos a diferentes escalas o niveles de profundidad en base a su propia similitud, constituyendo así un objeto con una organización fractal. Entre las aplicaciones que se pueden desarrollar vía procedural se encuentran la generación de escenarios homogéneos, los efectos de sonido o las posiciones de los personajes en el juego, por lo que no se puede concebir íntegramente un videojuego en su totalidad. La programación de contenido procedural se centra esencialmente en aspectos de jugabilidad y en cuestiones netamente estéticas del videojuego. Los objetivos que se buscan con la integración en un videojuego de contenidos procedurales son una mejora de la experiencia del jugador a través de la aleatoriedad en la disposición de elementos visuales y la variación sustancial de las metas

parciales o incluso la inclusión de diferentes finales. De esta manera se consigue abordar un elemento vital de la percepción de calidad en el jugador como es el aumento de la reusabilidad de este. El contenido procedural se implementa sobre lenguaje de programación generado en tiempo real dependiente de las variables del juego, esta disminución en el flujo de operaciones del sistema permite un incremento considerable de la velocidad de lectura de datos del juego, necesaria en la reproducción de múltiples efectos de sonido y música en el mismo instante de tiempo. Si recurrimos al concepto en estado puro de proceduralidad, podemos resolver que lleva desarrollándose prácticamente desde principios de los años ochenta con un título capital en su origen, Rogue (Epyx, 1980). En la tabla 2, se pueden identificar los títulos más representativos que han integrado parte de sus contenidos mediante programación procedural hasta 2025.

Tabla 2. Videojuegos con contenido generado con programación procedural

Título	Año	Título	Año
DND	1974	**Left for Dead**	2008
Beneth Apple Manor	1978	**Spelunky**	2008
Akalabeth: World of Doom	1979	**Borderlands**	2009
Rogue	1980	**MineCraft**	2009-2025
Telengard	1982	**Elite Dangerous**	2015
Moria	1983	**Star Citizen**	2016
Elite	1984	**No man´s Sky**	2016
Rescue on fractalus	1984	**EVE Valkyrie**	2016
Hack	1985	**Crackdown**	2016
The sentinel	1986	**Subnautica**	2018
SimCity	1989	**Dead Cells**	2018
Toe Jam and Earl	1991	**Hades**	2020
Diablo	1996	**Valheim**	2021
Daggerfall	1996	**Cult of the lamb**	2022
Dwarf Fortress	2006	**Balatro**	2024
Roboblitz	2006		

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como comentamos anteriormente, la programación procedural no es un fenómeno de reciente aparición, sino que viene arrastrando un desarrollo evolutivo desde prácticamente los orígenes de la informática. Desde comienzos de los años ochenta aparecieron las primeras tentativas con unos incipientes contenidos que se catalogan de semiprocedurales, sin embargo, la programación procedural durante la última década ha cobrado una especial relevancia y en 2025 continúa en un momento de esplendor gracias a la madurez tecnológica de diversos servicios asociados a internet y a la aparición de la inteligencia artificial. La programación procedural puede considerarse como una nueva revolución y el avance tecnológico más significativo experimentado durante los últimos años en la industria de los videojuegos que multiplicará su trascendencia en la producción de audio para videojuego en simbiosis con las herramientas de inteligencia artificial. No obstante, se considera que el reto se circunscribe a la dificultad en el empleo de esta herramienta de gran potencial. El principal desafío radica en que la generación de los contenidos procedurales se realice de forma racional y guarde sentido estricto con lo que está sucediendo en la imagen del juego de forma síncrona. En definitiva, la música y los efectos de sonido deben servir para incrementar la experiencia lúdica del jugador a través de una unión simbiótica perfecta entre imagen y sonido.

3. Conclusiones

Desde la ausencia inicial de sonido hasta el sofisticado audio espacial de hoy, el audio de las videoconsolas domésticas de videojuegos ha experimentado una evolución notable. Cada

generación de videoconsolas se ha basado en los avances de sus predecesoras, impulsada por el progreso tecnológico y la creciente demanda de los usuarios de experiencias de juego cada vez más reales e inmersivas. El audio se ha convertido en una parte integral del diseño de videojuegos, contribuyendo significativamente a la atmósfera, la narrativa y el compromiso del jugador. Las tecnologías de audio espacial y el audio inmersivo basado en objetos en las consolas modernas, como en el caso del motor de sonido Tempest 3D Audiotech personalizado de la videoconsola Ps5, prometen revolucionar aún más la forma en que los jugadores experimentan su inmersión en el juego. Las direcciones futuras e innovaciones potenciales en la tecnología de audio de las consolas incluyen nuevos avances en audio espacial, incorporando potencialmente HRTF personalizados. La integración de un procesamiento de audio más sofisticado dentro de los controladores y auriculares también se prevé como una vía de futuro desarrollo tecnológico. Además, la función de la Inteligencia Artificial (IA) integrada en las herramientas Middleware junto a la programación procedural en la generación de audio dinámico y adaptativo en el juego presenta un potencial significativo.

Como líneas futuras de investigación, se propone investigar acerca del impacto de los avances en la tecnología de audio en lo relativo a la accesibilidad de los videojuegos para jugadores con discapacidad. Comprender cómo las funciones de audio en evolución pueden mejorar o dificultar la experiencia de juego para personas con discapacidad auditiva u otras necesidades de accesibilidad es un área crucial para futuros estudios. Además, se sugiere analizar la evolución de las técnicas de composición musical en los videojuegos a través de las nueve generaciones, centrándose en cómo las limitaciones y los avances tecnológicos han influido en el estilo y la complejidad musical. El examen de la interacción entre la tecnología y la expresión artística en la música de los videojuegos puede proporcionar información valiosa sobre los procesos creativos detrás de las bandas sonoras icónicas y la evolución continua de este género musical único. Estos avances no solo son el resultado de la innovación de la industria, sino que también se basan en una sólida base de investigación académica en los campos de la tecnología de audio y los estudios de videojuegos. Las contribuciones de autores influyentes como Karen Collins (Collins, 2008) (Collins, 2020) o Rudolf Westerholm (Westerholm et al., 2024) han proporcionado marcos teóricos y conocimientos que son esenciales para comprender la evolución y la importancia del audio en los videojuegos. El futuro del sonido en los videojuegos utilizando su soporte más extendido, la videoconsola doméstica parece prometedor, con tendencias emergentes en audio personalizado y un enfoque cada vez mayor en la accesibilidad. A medida que la tecnología continúa avanzando, podemos esperar experiencias auditivas convincentes, accesibles y personalizadas que mejoren aún más el panorama sonoro en la industria de los videojuegos.

Referencias

Anderson, C., Carpenter, C., Kranabetter, J., & Thorogood, M. (2024). *A Survey of High-Level Descriptors in Sound Design: Understanding the Key Audio Aesthetics Towards Developing Generative Game Audio Engines.* AES Audio Engineering Society E-Library.

Asociación Española de Videojuegos. (2024). *La Industria del Videojuego en España en 2023*.

Atari, I. (2012). *Atari History 1972 - 1984*. atari.com. https://www.atari.com/history/1972-1984-0

Bateman, T. (2012). *How MIDI changed the world of music*. BBC News. http://www.bbc.co.uk/news/technology-20425376

Chowning, J. M. (1973). The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Frequency Modulation. *Journal of the Audio Engineering Society*, *21*, 1-10.

Collins, K. C. (2008). *Game Sound: An Introduction to the History, Theory, and Practice of Video Game Music and Sound Design*. The MIT Press. https://doi.org/10.1093/jdh/epp021

Collins, K. C. (2020). *Studying Sound: A Theory and Practice of Sound Design*. MIT Press.

Donovan, T. (2010). *Replay: The History of Video Games*. Yellow Ant.

Epyx. (1980). *Rogue* [Videojuego]. Epyx.

Farnell, A. (2007). An introduction to procedural audio and its application in computer games. *Audio Mostly Conference*, *September*, 1-31. http://www.cs.au.dk/~dsound/DigitalAudio.dir/Papers/proceduralAudio.pdf

Gorges, F. (2015). *La Historia de Nintendo. Volumen 1, 1889-1980, de los juegos de cartas a Game and Watch*. Héroes de papel.

Jackson, W. (2015). The History of Digital Audio: MIDI and Synthesis. En W. Jackson (Au.) *Digital Audio Editing Fundamentals* (pp. 11-17). Apress. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-1648-4_2

Kent, S. L. (2001). *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokémon and beyond: the story behind the craze that touched our lives and changed the world.* Three Rivers Press.

Konami. (1998). *Metal Gear Solid* [Videojuego]. Konami Computer Entertainment Japan.

Kramer, J. D. (1981). New Temporalities in Music. *Critical Inquiry*, *7*(3), 539-556. http://www.jstor.org/stable/1343117

Leadbetter, R. (2023, agosto 13). *Mark Cerny talks Dolby Atmos support for PlayStation 5 | Eurogamer.net*. https://www.eurogamer.net/digitalfoundry-2023-mark-cerny-talks-dolby-atmos-support-for-playstation-5

Microsoft. (2023). *X Box series X*. https://www.xbox.com/es-ES/consoles/xbox-series-x#specs

Mora, M. (2017). *Retro Maquinitas - Mattel Electronics Soccer*. retromaquinitas.com. http://www.retromaquinitas.com/index.php/portatiles/primera-generacion-portatiles/soccer

Peerdeman, P. (2006). Sound and Music in Games. *And Haugehåtveit*, *April*, 1-18. http://www.peterpeerdeman.nl/vu/ls/peerdeman_sound_and_music_in_games.pdf

Sega Saturn Magazine. (1998). *Yuji Naka interview by Sega Saturn Magazine (October 8, 1998) - Sonic Retro*. info.sonicretro.org. http://info.sonicretro.org/Yuji_Naka_interview_by_Sega_Saturn_Magazine_(October_8,_1998)

Selfridge-Field, E. (1997). *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. MIT Press.

Ubisoft Montreal. (2002). *Tom Clancy's Splinter Cell* [Videojuego]. Ubisoft.

Umar, A. (2004). *Third Generation Distributed Computing Environments*. NGE Solutions. https://books.google.es/books?id=lxy_CP-tSUIC

Westerholm, R., Tuuri, K., & Hassan, L. (2024). Not just Atmosphere: Game Music Design for Accessible In-Game Information Communication. *Proceedings of the 27th International Academic Mindtrek Conference*, 211-219. https://doi.org/10.1145/3681716.3681735

Wing, E. (1988). *The History of PC Game MIDI*. http://sdcc10.ucsd.edu/~ewing/companion (not

Wing, E. (1998). *the History of Pc Game Midi*. Web.Archive.Org. https://web.archive.org/web/20140904211309/http:/queststudios.com/quest/midi.html
Woodhall, W. (2010). *Audio Production and Postproduction.* Jones & Bartlett Learning.