

AUDIO EN REALIDAD VIRTUAL

SU USO PARA LA ENSEÑANZA DEL SONIDO AUDIOVISUAL

AUDIO IN VIRTUAL REALITY
APPLICATIONS IN AUDIOVISUAL SOUND EDUCATION

EDGARDO DANIEL FERNÁNDEZ

edgardofernandez@yahoo.com

Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo. Universidad de Buenos Aires.
Departamento de Diseño, Comunicación e Innovación Tecnológica.
Universidad Nacional Scalabrini Ortiz. Argentina

FRANCISCO BISSONE

fbissone@gmail.com

Diseño de Imagen y Sonido. Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo.
Universidad de Buenos Aires. Argentina

Resumen

En un escenario en el que destacan importantes avances en las tecnologías de audio inmersivo y proliferan los audiovisuales en realidad virtual, observamos que su integración en la educación superior aún es limitada. Paradójicamente, esto incluye los espacios de enseñanza en artes audiovisuales, donde la didáctica actual no ha construido aún alternativas para la incorporación de estas herramientas. Este ensayo aborda el audio aplicado a la realidad virtual. Asimismo, explora la integración de estas tecnologías para enriquecer la didáctica en el ámbito académico.

Palabras clave

audio inmersivo; realidad virtual; didáctica

Abstract

In a scenario marked by significant advancements in immersive audio technologies and the proliferation of audiovisual productions for virtual reality, we observe that their integration into higher education curricula remains limited. Paradoxically, this includes learning environments in audiovisual arts, where current teaching methods have yet to develop alternatives for incorporating these tools. This essay addresses audio applied to virtual reality. It also explores the integration of these technologies to enhance didactic approaches in academic settings.

Keywords

immersive audio; virtual reality; didactics

Recibido: 23/9/2024 | Aceptado: 16/12/2024



Para comenzar este ensayo resulta necesario distinguir entre audio y sonido, términos que suelen usarse de manera intercambiable, pero que poseen significados específicos en el contexto de este trabajo. Según Barry Truax (2001), el sonido es un fenómeno físico y perceptual vinculado directamente con la vibración y su recepción en el sistema auditivo humano, mientras que el audio se refiere al procesamiento tecnológico del sonido, incluyendo su captura, manipulación y reproducción. Desde este enfoque, podemos observar cómo, a lo largo del tiempo, el desarrollo de las tecnologías de reproducción de audio ha acompañado a las producciones audiovisuales enfrentando desafíos tales como la representación espacial del sonido.

Es así que, en esta línea de indagación, reconocemos una deriva que podríamos resumir en un proceso que inicia con los sistemas de reproducción de audio monofónicos —único parlante—, pasando por la panoramización estéreo —dos parlantes que definen izquierda y derecha—, el sonido envolvente 5.1 —parlantes adelante, a los lados y atrás—, hasta los sistemas inmersivos actuales —como Dolby Atmos—. Cuando hablamos de audio inmersivo nos referimos a

sistemas de audio que permiten percibir el sonido desde distintas direcciones más allá del plano horizontal. En lugar de colocar parlantes solo en posiciones frontales, laterales o traseras, los sistemas inmersivos exploran también el componente de altura, añadiendo parlantes en el techo o incluso en el suelo (Fonseca, 2022, p. 9).

El concepto del audio inmersivo ha revolucionado a las producciones audiovisuales, siendo especialmente valioso en el desarrollo de la realidad virtual. En 1989, Jaron Lanier definió la realidad virtual como «un entorno de escenas y objetos de apariencia real, generado mediante tecnología digital, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él», en dichos entornos el sonido es crucial para lograr tal sensación (Heilbrun, 1989, s. p.).

Desde nuestra experiencia docente, hemos observado que la enseñanza del sonido para prácticas audiovisuales, tanto en su dimensión acústica como en su aplicación narrativa y expresiva, se enriquece al incorporar experiencias sensorio-perceptivas en el aula. Los enfoques tradicionales, basados en textos, gráficos estáticos y ejemplos reproducidos mediante parlantes y pantallas frontales, tienden a fragmentar la atención del estudiante hacia un único punto, el frente, lo que limita su capacidad para explorar entre otras cosas, las cualidades del sonido en su dimensión espacial. Por su parte, el uso de audio en realidad virtual ofrece una experiencia de inmersión total, situando al estudiante en el centro de la escena y brindándole la posibilidad de interactuar con dicho entorno virtual, lo que fomenta una percepción más rica de los fenómenos sonoros.

Este ensayo analiza dos categorías clave del sonido para realidad virtual: inmersión e interactividad, reflexionando sobre su potencial como complemento a los métodos

tradicionales de enseñanza del sonido para audiovisuales. En particular, se examina su capacidad para promover una comprensión más profunda y sensorialmente enriquecida de fenómenos como la reverberación y la localización espacial de los objetos sonoros. Para ello, se contrasta la experiencia del dictado de estos temas mediante un enfoque expositivo tradicional, con otra en la que se incluye el uso de realidad virtual para que los estudiantes exploren las características de los temas abordados también en dicho entorno.

El audio para la construcción de una realidad virtual verosímil

Un recorrido histórico sobre la evolución de las tecnologías de reproducción para el audiovisual nos muestra que, aunque la calidad de la imagen ha progresado desde los tiempos del cinematógrafo de los hermanos Lumière hasta las gigantescas pantallas de alta definición IMAX contemporáneas, es en las experiencias de realidad virtual donde se transforma la vivencia por completo. En estos casos, la visión no está limitada al frente, sino que el espectador puede girar su cabeza en toda una escena esférica —comúnmente llamada 360°— sintiéndose en el centro de esta, simulando la percepción de la vida real.

La realidad virtual puede ser descrita como «la participación en un entorno sintético, en oposición a su observación externa. Esta depende de dispositivos de visión tridimensional (3D) estereoscópica, sensores de movimiento y sonido binaural, ofreciendo una experiencia multisensorial e inmersiva» (Gigante, 1993, p. 3). Este tipo de tecnología, que adapta la imagen en el visor según los movimientos de la cabeza del espectador, necesita su correlato coherente en lo sonoro. Por ejemplo, si un estudiante está dentro de una escena de realidad virtual y gira su cabeza hacia la derecha, los sonidos que estaban al frente se moverán a la izquierda manteniendo una coherencia espacial. Esta cualidad, conocida como *head-tracking* —seguimiento de cabeza—, abre la posibilidad de vincularse interactivamente con el entorno, permitiendo a los estudiantes, por ejemplo, que exploren de forma práctica y en tiempo real los conceptos de localización y movimiento de fuentes sonoras en un espacio.

Esta interactividad está estrechamente vinculada a la categoría de DoF —*Degrees of Freedom*/ Grados de Libertad— [Figura 1], que refiere a los tipos de movimientos que el espectador puede controlar en los entornos virtuales. Por un lado, distinguimos el 3DoF: rotación de la cabeza en tres ejes —guiñada: izquierda-derecha; cabeceo: arriba-abajo; alabeo: adelante-atrás—. Y por otro, con mayor complejidad, se destaca el 6DoF: además de la rotación de la cabeza del 3DoF, incluye movimientos del cuerpo hacia adelante-atrás, izquierda-derecha y arriba-abajo.

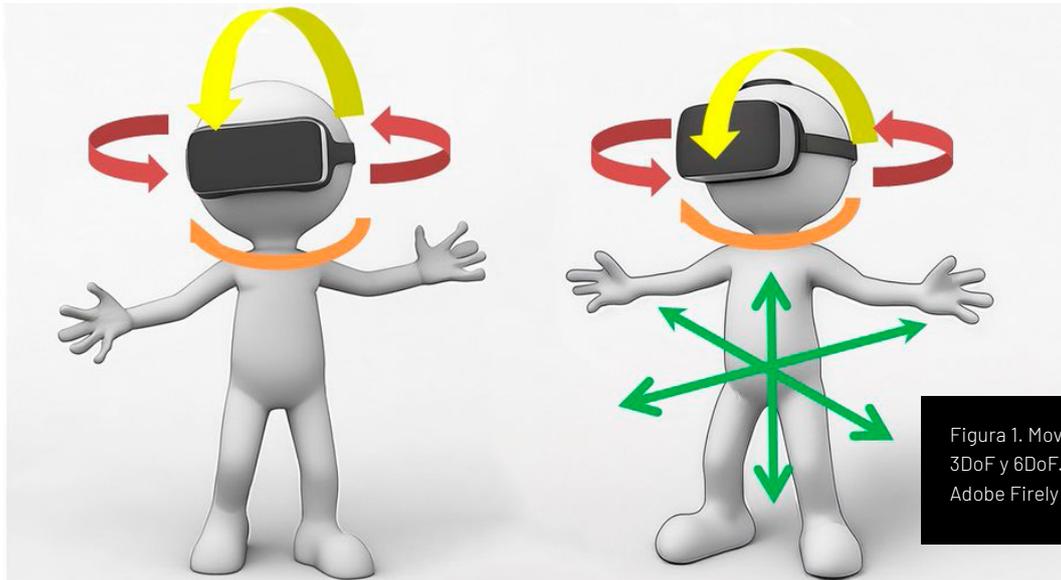


Figura 1. Movimientos posibles en 3DoF y 6DoF. Imagen generada con Adobe Firely

El audio que se usa para una construcción verosímil de la realidad virtual puede observarse entonces desde dos rasgos clave: primero, debe ser inmersivo; segundo, debe adaptar sus cualidades de forma interactiva a los movimientos del espectador. En este punto, resulta fundamental también considerar que la forma de reproducción es a través de auriculares, la cual debe emular las condiciones naturales de la escucha humana. Los principios teóricos que sustentan todas estas características se encuentran en dos conceptos: *ambisonics* y binauralidad.

Ambisonics

Diseñada por Michael Gerzon en los años setenta, es una técnica de grabación, codificación y reproducción de audio basada originalmente en la colocación de cuatro micrófonos en un punto, para capturar y discriminar sonidos dentro de un espacio tridimensional [Figura 2].

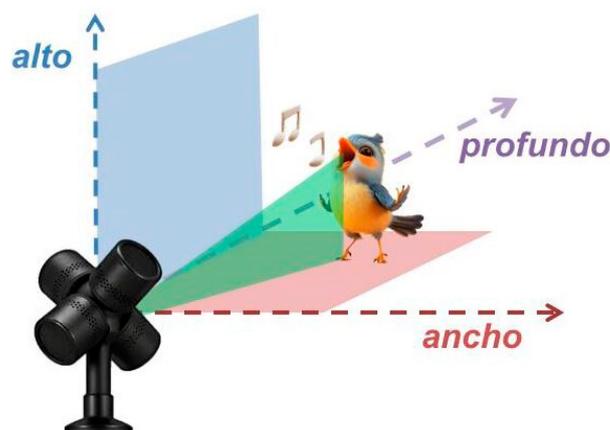


Figura 2. Representación de un micrófono ambisonics calculando la ubicación de una fuente sonora considerando la altura, el ancho y la profundidad

La información que captura cada micrófono por separado se codifica mediante algoritmos para generar una señal que represente la esfera de audio inmersivo. Esta codificación permite además realizar rotaciones completas de esa esfera, redefiniendo el frente sonoro si es necesario. Esta capacidad de rotación, asociada a un motor de reproducción con *head-tracking*, es lo que ofrece un audio para la interacción en 3DoF.

Como hemos mencionado, el audio en realidad virtual tiene dos rasgos principales: inmersión e interactividad. Si bien ambos aspectos los atiende la técnica *ambisonics*, es necesario explicar ahora la importancia de la decodificación binaural para su reproducción en auriculares.

Binauralidad

Nuestro cerebro procesa las diferencias en los estímulos sonoros que llegan a cada oído, permitiéndonos detectar la ubicación y movimiento de una fuente sonora. Por ejemplo, si un sonido proviene de la derecha, lo percibimos con mayor intensidad en el oído derecho que en el izquierdo, esto es conocido como diferencia interaural de nivel —*Interaural Level Difference* o ILD—; además, el sonido llegará antes al oído derecho que al izquierdo, en el que sufrirá un pequeño retardo, conocido como diferencia interaural de tiempo —*Interaural Time Difference* o ITD—. Estos dos rasgos combinados permiten en gran medida la percepción espacial del sonido, aunque no comprenden la totalidad del fenómeno. Georgina Lizaso y Jorge Petrosino describen de forma clara y sintética otra condición compleja de la escucha binaural:

Cuando una persona se encuentra inmersa en un campo sonoro en cualquier situación real las ondas sonoras generadas por las distintas fuentes se propagan en el recinto de modo que al alcanzar los oídos han sufrido alteraciones por reflexión, interferencia y difracción debidas a las características del recinto, al resto de los objetos y al propio cuerpo del oyente. En particular es crítico el efecto producido por la cabeza, hombros y pabellones auriculares que conforman lo que se conoce como función de transferencia de la cabeza —*HRTF*, por *Head Related Transfer Function*— (Lizaso & Petrosino, 2023, p. 117).

Por lo tanto, si entendemos la binauralidad como «esos factores que hacen que nuestro cerebro sea capaz de detectar la dirección de un sonido» (Fonseca, 2022, p. 30), la misma podría ser emulada si en cada uno de nuestros auriculares hubiera una señal de audio ligeramente distinta de la otra, que atendiera a estas características: diferencias de nivel, retardos y filtros —ILD, ITD y HRTF—.

Volviendo al plano educativo, ahora que vimos brevemente cómo funciona el audio para realidad virtual, podemos observar su capacidad de crear entornos inmersivos e interactivos

que emulan la percepción natural del sonido, lo que brinda nuevas herramientas para que los estudiantes puedan analizar fenómenos acústicos complejos. En el siguiente apartado profundizaremos en cómo estas tecnologías pueden ser utilizadas en clase, comparando nuestra experiencia con metodologías tradicionales con otras en las que incorporamos el uso de realidad virtual.

Resonancias de nuestra experiencia docente

En nuestras clases de sonido para audiovisuales, siempre es un desafío representar los conceptos relacionados con la propagación del sonido en un recinto. La reverberación, que describe el tiempo que un sonido persiste en un lugar tras cesar su fuente sonora, es un tema particularmente difícil de trabajar debido a la complejidad de factores que lo afectan. Al abordar ese tema es importante poder estudiar y comparar la reverberación de distintos recintos, ya que cada espacio, según su tamaño y materiales que lo conforman, afecta al tiempo que tarda el sonido en extinguirse en dicho lugar. Podemos decir resumidamente que en espacios grandes, el sonido recorre más distancia y rebota en múltiples superficies, lo que resulta en tiempos de reverberación más largos que en espacios pequeños. Además, la materialidad del lugar también influye: materiales duros y reflectantes, como el vidrio o mármol, aumentan el tiempo de reverberación, mientras que materiales absorbentes, como las alfombras o cortinas, lo reducen. Un balance adecuado en el tiempo de reverberación es clave para un espacio acústicamente funcional.

En aulas tradicionales, donde las herramientas de soporte audiovisual suelen ofrecer la reproducción de audio a través de parlantes frente a los estudiantes, nos encontramos ante un contexto útil para introducir muchos conceptos asociados al sonido, pero que presenta limitaciones importantes al enseñar fenómenos como la reverberación.

Por ejemplo, en nuestra experiencia dictando clases en aulas de la Universidad de Buenos Aires y la Universidad Nacional Scalabrini Ortiz¹ [Figura 3], observamos que los estudiantes enfrentan dificultades para distinguir entre los ejemplos auditivos reproducidos por los parlantes y las características acústicas del aula misma. Esto no solo dificulta la percepción de las diferencias entre los distintos ejemplos sonoros, sino que también reduce la capacidad de los estudiantes para comprender cómo variables como el tamaño del recinto, los materiales de sus superficies o la ubicación de las fuentes sonoras influyen en el tiempo de reverberación. Como resultado, los estudiantes lograron en instancias posteriores de la cursada describir sólo los aspectos más notorios del fenómeno, sin una comprensión completa de sus matices.

¹ Cabe aclarar que en uno de los casos el aula alberga aproximadamente 250 estudiantes y en el otro 30, sin embargo, observamos que la problemática es la misma, independientemente del tamaño, masividad o ruido.



Figura 3. Fotografía de una clase de Sonido, dictada en la FADU-UBA, año 2024

En contraste con la modalidad previamente descrita, llevamos a cabo el dictado de clases de la misma temática, en cursos sobre audio inmersivo y diseño sonoro para videos 360° impartidos en dos instituciones de nivel terciario [Figura 4]. En estos contextos, los estudiantes disponían de dispositivos para trabajar en entornos de realidad virtual —computadora, visores y auriculares—, lo que les permitía visualizar ejemplos y realizar ejercitaciones en espacios virtuales, inmersivos e interactivos, atendiendo específicamente a parámetros como el tamaño, los materiales de sus superficies y la posición de las fuentes sonoras.

Por ejemplo, en una actividad práctica, los estudiantes debían diseñar el sonido que acompañaría a tres videos 360° que ocurrían en distintos espacios del Teatro Colón —el foyer de entrada, el salón dorado y la sala principal—. En cada uno de ellos, estaba la misma persona hablando y ocurrían algunos eventos que debían sonorizar. Experimentando de forma interactiva con las propiedades de la reverberación, y escuchando de manera inmersiva cómo la modificación de cada uno de estos parámetros afecta la percepción del sonido, observamos que los estudiantes accedían a una comprensión intuitiva y profunda de los conceptos teóricos de reverberación y ubicación de objetos sonoros abordados en clase.

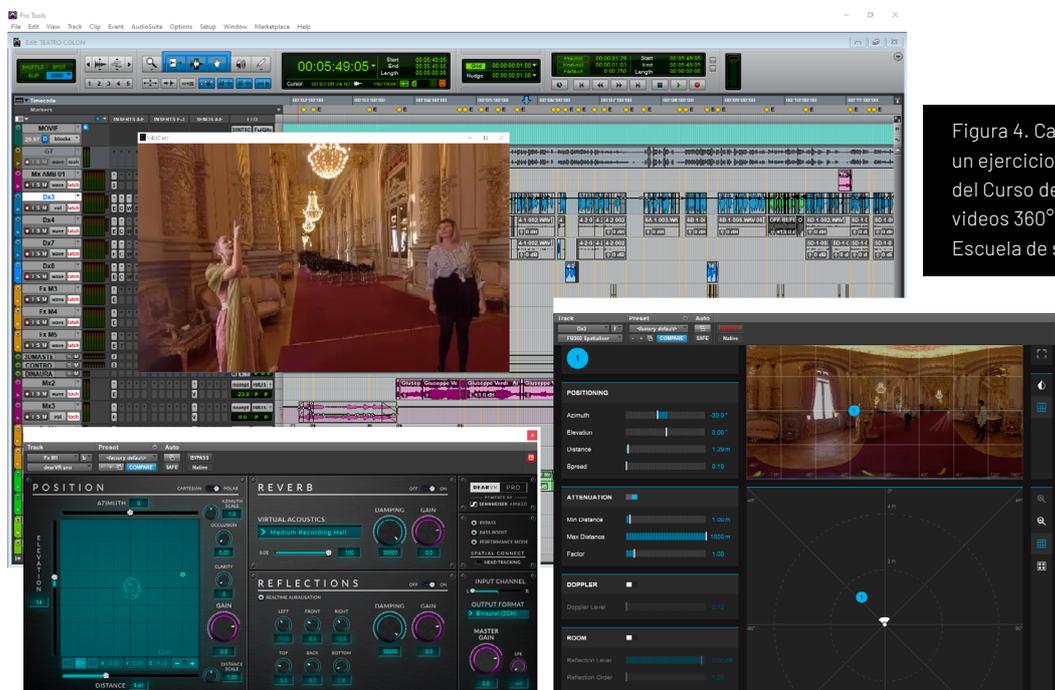


Figura 4. Captura de pantalla de un ejercicio realizado en el marco del Curso de diseño de sonido para videos 360° dictado en Audiovisual Escuela de sonido, año 2022

Al comparar los resultados de ambas experiencias, notamos diferencias en la comprensión y aplicación de los conceptos por parte de los estudiantes. Aquellos que participaron en la instancia en que sólo se usaron las herramientas tradicionales, mostraron cierta dificultad para describir con precisión los fenómenos acústicos abordados, y también, para aplicar esos conocimientos de manera efectiva en sus trabajos prácticos. En cambio, en los casos donde se incluyó el uso de audio en realidad virtual, los estudiantes no solo incorporaron los conceptos teóricos con más éxito, sino que demostraron mayor capacidad para manipular luego estos parámetros, logrando un desarrollo narrativo y expresivo más sólido en la práctica.

Cabe mencionar aquí, que, aunque se pueda pensar que la realidad virtual es difícil de popularizar en las aulas debido a sus costos, existen alternativas accesibles que permiten acercarse a esta tecnología, como es el caso del Google Cardboard [Figura 5], un visor que se puede fabricar en casa con cartón para usar nuestro propio celular como dispositivo de realidad virtual.



Figura 5. Google Cardboard.
Imagen de https://arvr.google.com/intl/es_es/cardboard/

A modo de conclusión

Consideramos que la inmersión y la interactividad propias del audio en realidad virtual resultan herramientas útiles para el aprendizaje de contenidos específicos del sonido para producciones audiovisuales. Su uso, no solamente facilita la comprensión teórica de fenómenos acústicos como la reverberación, sino que también potencia su aplicación práctica. Esto sugiere que pueden ser igualmente efectivas para abordar otros aspectos del sonido en prácticas audiovisuales, como el diseño de ambientes, la manipulación espacial de fuentes sonoras, o la integración de música y efectos en entornos inmersivos, entre otros.

Frente a este panorama, arribamos a conclusiones provisorias que nos acercan necesariamente a la implementación de estrategias didácticas que impliquen a los cuerpos de los estudiantes como elementos activos en el desarrollo de los contenidos. Esta posición contribuye a poner en relieve el rol de la experiencia en el entramado de nuestras clases. Por lo tanto, creemos que a partir de ellas se abre un campo propicio para la docencia de prácticas mediadas por la experiencia, donde contenidos y formas se articulan en un mismo proceso.

Referencias

Fonseca, N. (2022). All you need to know about 3D audio [Todo lo que necesitas saber sobre el audio 3D]. Sound Particles. <https://soundparticles.com/resources/ebooks/3daudio/>

Gigante, M. A. (1993). Virtual reality: Definitions, history and applications [Realidad virtual: Definiciones, historia y aplicaciones]. En R. A. Earnshaw, M. A. Gigante y H. Jones (Eds.), *Virtual reality systems* (pp. 3-14). Academic Press Ltd.

Heilbrun, A. (1989). Virtual Reality: An interview with Janor Lanier [Realidad virtual: una entrevista con Janor Lanier]. *Whole Earth Review*, (64), pp. 108-118.

Lizaso, G. y Petrosino, J. (2023). Audio transaural y Sistemas de Cancelación de Crosstalk. En O. P. Di Liscia y M. A. Farina (Comps.), *Investigaciones sobre audio espacial y estética del arte sonoro* (pp. 117-138). Editorial de la UNQ.

Truax, B. (2001). *Acoustic Communication* [Comunicación acústica]. Ablex Publishing.