

EL SONIDO BINAURAL EN LA EDUCACIÓN MUSICAL UNIVERSITARIA: MÁS ALLÁ DE LOS LÍMITES AUDITIVOS TRADICIONALES

*Binaural sound in university music education: beyond traditional aural
boundaries*

Rafael Ángel Rodríguez López
rrlopez@uma.es
<https://orcid.org/0000-0002-1112-2762>
Universidad de Málaga (España)

Recibido: 22/07/2024
Revisado: 24/07/2024
Evaluado: 27/07/2024
Aceptado: 06/09/2024

477

Resumen

Con el rápido desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, la composición, la producción y el diseño sonoro se han visto especialmente beneficiados como recursos didácticos para enseñanza musical universitaria. Es en este contexto músico-educativo donde emana un procedimiento sonoro que, gracias a sus características técnicas y acústicas, se convierte en un instrumento fundamental para la mejora de la audición activa en el alumnado universitario, el sonido binaural. En este sentido, el objetivo principal de esta investigación es el de aprovechar las peculiaridades sonoras del sonido binaural como herramienta para potenciar la escucha activa en los estudiantes universitarios. Para ello, esta investigación-acción se aborda a partir de un método cuantitativo basado en la técnica de recogida de

información a través de diferentes cuestionarios –pre y posttest–, realizados por un total de 332 estudiantes universitarios que cursan la asignatura de Educación Musical en el Grado de Educación Primaria de la Universidad de Málaga. Los resultados revelan el potencial de este fenómeno auditivo para enriquecer la experiencia sonora y promover una escucha más activa y consciente.

Abstract

With the rapid development of Information and Communication Technologies, composition, production and sound design have been especially benefited as didactic resources for university music teaching. It is in this musical-educational context where emanates a sound procedure that, thanks to its technical and acoustic characteristics, becomes a fundamental instrument for the improvement of active listening in university students, the binaural sound. In this sense, the main objective of this research is to take advantage of the sound peculiarities of binaural sound as a tool to enhance active listening in university students. For this purpose, this action-research is approached from a quantitative method based on the technique of collecting information through different questionnaires -pre and posttest-, carried out by a total of 332 university students taking the subject of Music Education in the Degree of Primary Education at the University of Malaga. The results reveal the potential of this auditory phenomenon to enrich the sound experience and promote a more active and conscious listening.

478

Palabras Clave: Sonido binaural, Educación musical universitaria; Escucha activa; Tecnología musical.

Keywords: Binaural sound, University music education, Active listening, Music technology.

Introducción

En la última década las Tecnologías de la Información y Comunicación –TIC– han transformado significativamente la educación universitaria (Mendoza Ponce et. al, 2011; Cantón y Baelo, 2011; Touriñán, 2018; Martín, 2020; Calderón Garrido et. al, 2020; Carrión y Roblizo, 2022 y Montoya-Rubio et. al, 2023). Efectivamente, su aplicabilidad ha impactado de forma directa y positiva en el alumnado proporcionándole, por una parte, un mayor acceso a la información e interacción del contenido (Aghae et. al 2014) y, por otra, una mejora en el aprendizaje a través de recursos multimedia como libros electrónicos, imágenes, música, vídeo y otras aplicaciones (Gimeno et. al. 2016). De modo que, gracias al gran abanico de recursos tecnológicos que van de la mano de nuevos métodos de enseñanza que potencian el desarrollo de nuevas oportunidades de aprendizaje (Santos-Caamaño et. al, 2021), el alumnado universitario se ha visto más preparado para un mundo cada vez más digitalizado. Y es que, como menciona Martín (2020, p. 102), “las TIC permiten nuevas formas de relacionarnos, comunicarnos, aprender y trabajar incidiendo de manera especial en el modo que aprende el alumno universitario actual y la manera en la que construye el conocimiento”.

479

Así, pues, la aplicación de las TIC en su “vertiente informática y audiovisual, puede estimarse como un nexo hacia la vivencia musical del alumnado en ámbitos no formales” (Montoya-Rubio et. al, 2023, p. 159-160). Mismamente, cabe incidir aquí en la enorme revolución que han supuesto las TIC para el modelo de negocio educativo en el sector de la educación, surgiendo, como expone Calderón-Garrido et al. (2019, p. 47) citando las palabras de Pathnak (2016), una serie de “mercados de educación *online* (OEM), proveedores de educación *online* (OEP) y servicios de educación en línea (OES)”.

Es en este nuevo marco tecnológico-educativo donde la composición, la producción y el diseño sonoro se han visto especialmente beneficiados como recursos para aplicar en el aula de la Educación Musical universitaria, de tal manera que los *softwares* de notación musical y las herramientas de edición y mezcla sonora permiten al alumnado experimentar con nuevas técnicas y recursos. Pues bien, dentro de esta amplia gama de posibilidades de

enseñanza-aprendizaje y de transmisión del conocimiento de la música que ofrecen las TIC a este nivel educativo (López, 2023), se encuentra un recurso sonoro que, gracias a sus características técnicas y acústicas se convierte, y como atenderemos con posterioridad, en un instrumento fundamental para la mejora de la audición activa en el alumnado universitario.

Es aquí, donde hacemos referencia a la técnica de grabación y de reproducción de audio que busca crear una experiencia de escucha tridimensional y realista para el oyente; el sonido binaural. Se trata de un fenómeno auditivo en el que se presenta un sonido con ciertas características específicas para cada oído, lo que puede recrear una percepción tridimensional del sonido en el cerebro (Wilson y Krishnan, 2005). De hecho, es importante destacar que este recurso sonoro es utilizado en diversos campos profesionales, tales como, los videojuegos, la cinematografía, la medicina e, incluso, en las nuevas y diferentes experiencias de realidad virtual. Además, es importante señalar que para apreciar el sonido binaural, por sus diferentes características acústicas, el medio de reproducción más adecuado son los auriculares dado que se puede obtener la calibración y ecualización adecuadas, produciendo así, una imagen auditiva espacial convincente (Roginska, 2018, p.90).

Llegados hasta aquí, convendría ir definiendo la intención general de esta investigación que no es otra que, por un lado, aplicar las características acústicas del sonido binaural para potenciar la escucha activa en la Educación Musical universitaria y, por otro, conocer qué ventajas y limitaciones tiene este fenómeno como recurso didáctico. Para ello, y como se desarrollará de forma más específica en las siguientes líneas, este estudio se enmarca bajo una *Investigación-Acción* (I-A) que trata de recoger, de forma cuantitativa, una serie de datos que reflejen, de algún modo, la importancia y la experiencia educativa del audio espacial para el alumnado universitario.

Por último, y para cerrar este primer apartado introductorio, creemos necesario remarcar que, en relación con este instrumento auditivo, el sonido binaural, existen algunas investigaciones previas que de forma más específica abarcan las características técnicas y acústicas de este fenómeno sonoro. Entre ellas se encuentran el estudio de Vechiatti et. al (2019) que describe el desarrollo de un sistema para registrar sonido holofónico y obtener parámetros acústicos

binaurales que son importantes para caracterizar la percepción espacial del sonido. Debemos remarcar que el sonido holofónico –habilidad de audición espacial que procede del griego “hólos” (todo)– (Rodríguez, 2011, p. 10), y el sonido binaural, aunque ambos fenómenos sonoros están relacionados con la experiencia auditiva tridimensional, e incluso, emplean principios similares de psicoacústica, no son exactamente lo mismo pues, el sonido holofónico requiere de una tecnología más compleja que busca una recreación más completa y precisa del espacio acústico.

De igual forma, son importantes para esta investigación el estudio de Torres (2009) quien expone la experiencia del sonido binaural en la publicidad sonora; o el método de Roginska y Geluso (2017) cuyo discurso recoge unas precisas contribuciones relacionadas con la grabación, edición y estudio acústico del sonido binaural. Asimismo, citadas investigaciones científicas se han convertido en una base teórica muy importante en la que sostener este estudio, sobre todo en lo que concierne a las cuestiones puramente acústicas. No obstante, y como podemos observar, escasean aquellas contribuciones que implementan esta herramienta sonora como un recurso auditivo para enriquecer la escucha activa en la Educación Musical universitaria, aspecto que trata de abarcar este estudio.

El sonido binaural: breves anotaciones acústicas

El término binaural, que procede del latín “bis” (dos) y “aural” (oído), hace mención a la audición que incluye todas las señales acústicas espaciales de los oídos, la cabeza y el cuerpo de un oyente (Boren, 2018). De hecho, el audio binaural es, posiblemente, el fenómeno sonoro más fácil de captar, pero, a su vez, el más complejo a la hora de editarlo en la postproducción sonora. Se trata, pues, de una nueva ventana hacia cómo percibimos de forma amplificada y precisa todos los sonidos de nuestro entorno, y es que, la esencia misma de este recurso radica en su importancia para simular nuestra propia experiencia auditiva de una manera totalmente inmersiva, es decir, que la música y los efectos sonoros recorran un espacio de 360º -en todas las direcciones-.

Para ello, el sistema de reproducción ideal para sentir todas las señales acústicas-binaurales son los auriculares o, en su caso, unos altavoces equipados con un sistema de cancelación diafónica y, por lo tanto, que no permitan la interferencia de señales acústicas entre sus equipos (Roginska, 2018). No obstante, tal y como hemos mencionado anteriormente, debido a las características sonoras del audio binaural, es el dispositivo auricular – preferiblemente equipados con una amplia respuesta de frecuencia y cancelación del ruido– el medio de escucha más conveniente para su completa percepción sonora dado que proporcionan una inmersión acústica completa y, por el contrario, unos altavoces en estéreo tradicionales no pueden recrear las diferencias acústicas de manera tan precisa. Esto es así, puesto que cada oído puede captar los sonidos de ambos altavoces, circunstancia que diluye o elimina completamente las diferencias interaurales para la experiencia binaural, es decir, cuando hablamos de diferencias interaurales hacemos referencia a un proceso conocido como “localización sonora” que nos permite, además de determinar si un sonido viene de la izquierda o la derecha, a ayudar en la percepción de la altitud y la distancia de la fuente sonora.

En esta línea, debemos precisar, como expone Wenzel et al. (2018), que la característica distintiva del sonido binaural es su capacidad para reproducir con precisión la localización espacial de las fuentes de sonido. Esto se logra gracias, como decimos, a las diferencias interaurales de tiempo (ITD), el tiempo que tarda un sonido en llegar a cada oído, y de nivel (ILD), relacionado con la variación en la intensidad del sonido percibido por ambos oídos. No obstante, ambas, juegan un papel fundamental en nuestra habilidad para determinar tanto la dirección y como la distancia de los sonidos de nuestro entorno y, por consiguiente, son esenciales para la localización de los sonidos dotando así, al sonido binaural, de la destreza de poder situar al oyente en diferentes espacios -reales o virtuales-. Todas estas características acústicas del audio espacial tridimensional ponen de manifiesto la gran convergencia entre la ingeniería acústica, la tecnología sonora y la percepción auditiva pues, entre otras cuestiones, son necesarias para el desarrollo de una experiencia auditiva más inmersiva y personalidad para los oyentes.

Material y método

Tal y como hemos mencionado con anterioridad, la intención principal de este estudio es aprovechar las peculiaridades sonoras del sonido binaural como herramienta para potenciar la escucha activa en el alumnado universitario, además de conocer qué beneficios educativos tiene este fenómeno acústico. De modo que, para su consecución, esta investigación-acción se aborda a partir de un método cuantitativo basado en la técnica de recogida de información a través de diferentes cuestionarios –pre y postest–, con la intención de concretar las consideraciones del alumnado tras la actividad. Y es que, como se especificará más adelante, la formulación y el conjunto de diversos tipos de preguntas permiten la comparación de las respuestas y, a su vez, considerar aquellas que son más relevantes para esta investigación (Touron et. al 2023).

Participantes

En el estudio participaron un total de 332 estudiantes universitarios, clasificados en los siete grupos (A, B, C, D, E y F) de la asignatura de Educación Musical del 1er. curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Málaga (Facultad de Educación). Concretamente, el 72.6% (f=241) de los participantes fueron mujeres y el 27.4 % (f=91) hombres, todos con una media de edad de 18,5 años (desviación típica = 1,375).

Instrumento de obtención de información

En base a lo comentado anteriormente, para la recopilación de datos y recabar la información se han diseñado dos cuestionarios *ad hoc* –pretest y postest– formulados a través de la aplicación *Google Forms* y compuestos por distintas preguntas –un total de 12 ítems– y opciones de respuesta, tales como, la respuesta corta y la opción múltiple. En este sentido, las consultas propuestas para el alumnado universitario participante en esta investigación se han enfocado en dos bloques; por un lado, un cuestionario inicial estructurado por dos preguntas relacionadas con el género y la edad, y cinco propuestas que

recogen los conocimientos y experiencias previas del alumnado en relación con el sonido binaural y a la escucha activa durante su etapa de formación académica. Por otro, un segundo cuestionario constituido por otras cinco preguntas que guardan las respuestas una vez realizada la actividad acústica-binaural –tabla 1 y 2, respectivamente–.

Tabla 1
Pretest. Preguntas e ítems de respuesta del cuestionario inicial

Propuesta	Ítems de respuesta
1. Género	
2. Edad	
3. El sonido binaural es...	a. Un tipo de ecualización. b. Un método de grabación. c. Un fenómeno auditivo envolvente. d. Lo desconozco.
4. ¿Has experimentado la escucha auditiva envolvente?	a. Nunca. b. Ocasionalmente. c. Con frecuencia.
5. Si la has experimentado, ¿en qué contexto se ha producido?	a. Contexto educativo superior (Universidad) b. Contexto educativo de la E.S.O. c. Contexto social. e. Contexto laboral. f. Otros contextos (especificar).
6. ¿Qué implica la escucha activa en el contexto musical universitario?	a. Escuchar música con un volumen alto. b. Escuchar música mientras se realiza otra actividad. c. Escuchar música con atención y apreciar los elementos sonoros.
7. Durante tu formación en educación musical, ¿con qué frecuencia has realizado actividades que conlleven la escucha activa?	a. Nunca. b. Ocasionalmente. c. Con frecuencia.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2
 Postest. Preguntas e ítems de respuesta del cuestionario final

Propuesta	Ítems de respuesta
8. ¿Qué diferencias has percibido al escuchar la pista binaural en comparación con la pista original?	a. Mejor calidad sonora. b. Mayor inmersión sonora. c. Sensación de sonido en 3D. d. No he notado diferencias. e. Otras (especificar).
9. Tras la escucha binaural, ¿has podido experimentar la direccionalidad del sonido en 360°?	a. Sí, durante toda la audición. b. No, en ningún momento. c. Otras (especificar).
10. ¿La escucha del sonido binaural ha favorecido tu atención auditiva sobre la pieza musical?	a. Sí, completamente. b. Sí, ligeramente. c. No ha favorecido mi atención.
11. ¿Consideras el sonido binaural como un recurso válido para potenciar la escucha activa en la asignatura de música?	a. Sí, siempre. b. Sí, de forma ocasional. c. No, es un recurso de poca importancia para la asignatura.
12. ¿Qué dificultades tecnológicas has encontrado en la escucha binaural?	a. Ninguna. b. Mis dispositivos de escucha no eran los más adecuados. c. Mi dispositivo no era capaz de reproducir el audio binaural. d. Otras (especificar)

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento

La acción formativa fue llevada a cabo a todo el alumnado referenciado con anterioridad a través de la realización de dos sesiones desarrolladas a lo largo de 90 minutos cada una de ellas. Asimismo, debemos indicar que el proceso para este estudio ha sido organizado en cuatro fases bien diferenciadas –tabla 3–;

Tabla 3
 Fases de la investigación

Fases de la investigación-acción (I-A)	Proceso	Contenidos	Sesiones
1ª Fase	Evaluación inicial y diagnóstico.	Presentación de la actividad. Recogida de datos inicial –pretest–.	1ª sesión (90 minutos)
2ª Fase	Planificación, diseño y organización de las sesiones en cuatro bloques.	Bloque I. El sonido binaural, ¿qué es? Bloque II. ¿Para qué se utiliza? Bloque III. ¿Cómo se diseña?	
		Bloque IV. Escucha binaural a través de la Banda Sonora Original.	2ª sesión (90 minutos)
3ª Fase	Obtención y evaluación de los datos procedentes del cuestionario final.	Recogida de datos tras la elaboración del recurso didáctico –postest–.	
4ª Fase	Discusión y reflexión tras el procedimiento formativo.	Interpretación de los datos obtenidos.	

Fuente: elaboración propia.

Tal y como se puede observar, las cuatro fases de esta investigación tienen un rol específico y determinado y, que, a su vez, están formuladas durante las dos sesiones comentadas inicialmente –tabla 3–. En este sentido, y durante la primera sesión, se procede a realizar la presentación de la actividad binaural y a la recogida de datos inicial –pretest– con la intención de conocer los conocimientos del alumnado sobre el material –F1–. Asimismo, debemos indicar que ambos cuestionarios son formulados a través de una serie de códigos QR.

Una vez recabada la primera información da comienzo la exposición, realización y muestra del sonido binaural –F2–. Para ello, este segundo estadio de la investigación aparece dividido en cuatros bloques: por una parte, un primer bloque para responder qué es el sonido binaural y un segundo para exponer en qué se utiliza. Es aquí donde el alumnado universitario recibe información precisa sobre qué campos profesionales abarca este fenómeno auditivo, prestando especial atención al terreno de la educación, la ciencia, los videojuegos y la temática aeroespacial. Acto seguido, y para finalizar esta

primera sesión, emana el tercer bloque dedicado específicamente al diseño y modificación –en directo– de una pieza musical con una configuración original en estéreo a una representación binaural, concretamente, un fragmento sonoro compuesto por varios instrumentos, entre ellos, una secuencia rítmica de diferentes instrumentos de percusión y una línea melódica interpretada por un piano. Posteriormente, mostramos al alumnado cómo ubicar, de forma binaural, cada uno de los instrumentos y ritmos escogidos en el espacio de 360°.

Ya inmersos en la segunda sesión –F2 y F3–, y de forma predeterminada, procedemos a la escucha activa de tres piezas musicales, previamente transformadas a audio binaural, pertenecientes al género musical de la Banda Sonora Original. Además, cada una de ellas aparece caracterizada por una tímbrica distinta; la voz con el tema *The Winds of Winter* (Vientos de invierno) de la serie, Juego de Tronos; el piano con la música original de la película, Forrest Gump; y los efectos sonoros característicos de la banda sonora de Incepción (Origen). Esta elección se fundamenta en la conexión emocional y cognitiva que ofrecen citadas obras cinematográficas para el alumnado universitario. Terminada esta segunda fase y una vez efectuada la escucha activa, realizamos el cuestionario final –postest– con la intención de conocer las experiencias del alumnado sobre el hecho sonoro –F3–. Acto seguido, se interpretan todos los datos obtenidos –F4–.

Materiales y diseño acústico

Cabe señalar que para la realización de todo el proceso de diseño del audio binaural se han utilizado diferentes recursos tecnológicos profesionales que nos han permitido elaborar, modificar, editar y producir la escucha de forma inmersiva y espacial (8D), entre ellos, el uso de la Inteligencia Artificial, con programas como Moises. Ai que nos ha servido para extraer las voces e instrumentos de cada una de las bandas sonoras, con el fin de trabajar, posteriormente, en la producción y la posproducción auditiva de forma individual y precisa en cada tímbrica con el *software*, *Logic Pro-X*.

Asimismo, todos los audios modificados a binaural y, con la intención de que el alumnado acceda a ellos de forma rápida, se generan una serie de códigos QR

para el acceso mediante dispositivos móviles a cada audio binaural. Recordemos que la escucha binaural debe apreciarse con auriculares y, por consiguiente, consideramos como mejor opción la realización de la actividad a través de los propios dispositivos informáticos del alumnado (móvil, tableta u ordenador).

Resultados

Los resultados obtenidos de esta investigación ofrecen una nueva visión sobre el uso del sonido binaural en el aula de música universitaria, así como en la frecuencia sobre la que se realizan actividades que conlleven la escucha activa en el contexto universitario. De este modo, y a través del análisis riguroso de los datos que se presentan a continuación, podremos ver cómo los resultados arrojan luz sobre qué beneficios y limitaciones tiene el uso de este fenómeno sonoro en la Educación Musical Universitaria.

Pretest

Debemos comenzar la exposición de los resultados argumentando que solo un 63% (f=209) conoce qué es el sonido binaural. De hecho, los datos muestran que un 27.1% (f=90) lo desconoce por completo y el 9.9% (f=33) erra en su definición durante el desarrollo del cuestionario. En lo referente a su experiencia en la escucha auditiva envolvente, se ha comprobado cómo casi la mitad del alumnado encuestado, un 48.8% (f=162), experimenta en diferentes dispositivos esta configuración sonora, mientras que el 46.7% (f=155) indica que nunca ha explorado este fenómeno auditivo. Así, pues, los datos muestran que únicamente un 4.5% (f=15) de todos los participantes que conforman este estudio perciben con frecuencia una escucha auditiva envolvente.

En relación con ello emana la cuestión que ha tenido un mayor abanico de respuestas por parte del alumnado -figura 1-. De forma que, el 53.3% (f=177) indica que la escucha envolvente se ha producido en un contexto social, remarcando, incluso, por el uso de las redes sociales que integran ya este fenómeno sonoro, tales como YouTube o TikTok. Asimismo, el 1.2% (f=4) del

alumnado especifica en esta pregunta que han tenido un primer contacto con el sonido binaural en el ámbito de los videojuegos. Por el contrario, los datos presentan que únicamente entre el 4.5% (f=15) y el 2.1% (f=7) han experimentado este evento auditivo en el contexto educativo –Educación Secundaria Obligatoria y la Universidad, respectivamente–. El 38.7% (f=128) restante mantiene que no lo han apreciado en ningún contexto.

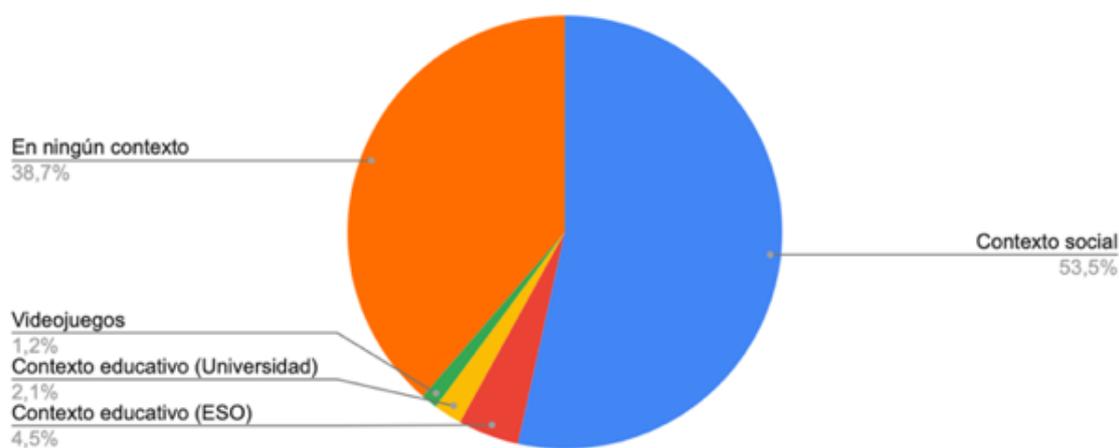


Fig. nº 1. Porcentaje de respuesta sobre el contexto de escucha del sonido envolvente.

De forma más específica, este primer cuestionario da respuesta a la pregunta que hace referencia a qué implica la escucha activa en el contexto musical universitario –figura 2–. Así, podemos ver cómo la gran mayoría del alumnado encuestado, el 95.2% (f=316), conoce qué supone la audición activa en el contexto musical superior. En contraposición, encontramos cómo un 0.9% (f=3) y un 3.9% (f=13) expresan otra opinión diferente en lo que concierne a esta pregunta, asegurando que la audición activa es “escuchar música con un volumen alto o mientras realizamos otra actividad”.

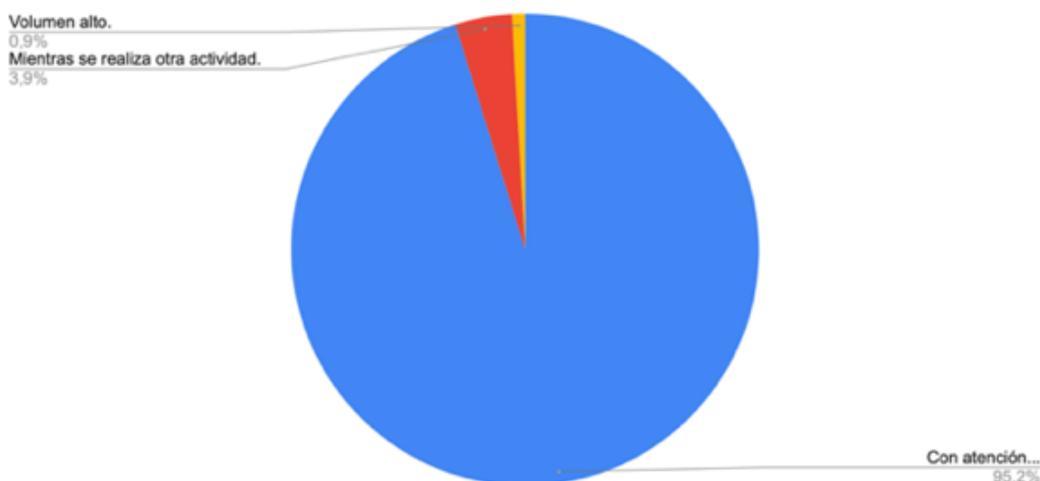


Fig. nº 2. Porcentaje de respuesta sobre la implicación de la escucha activa en el contexto musical universitario.

Por último, y para cerrar este pretest que, recordemos, tenía la intención de conocer algunas consideraciones previas sobre el sonido binaural y la escucha activa, se presenta la cuestión que abarca –durante la formación universitaria del propio alumnado– con qué frecuencia realizan actividades que conlleven la audición activa. Aquí, algo más de la mitad de los encuestados, el 56% (f=186), responde que de forma ocasional realizan actividades que contengan de forma directa o indirecta la escucha activa como elemento para apreciar la música y el sonido. De modo que, solo un 23.8% (f= 79) sí la ponen en práctica con cierta frecuencia mientras que un 20.2% (f=67) expresa que nunca la ha experimentado como una actividad enmarcada en la Educación Musical universitaria.

Postest

Tras el desarrollo de la actividad binaural –F2– pasamos a exponer los resultados recogidos tras el segundo cuestionario que, a modo de recapitulación, tiene la intención de conocer las experiencias del alumnado universitario sobre el hecho sonoro protagonista de esta investigación. En este sentido, podemos constatar cómo tras los ejercicios de escucha binaural y su comparativa con la pieza original en estéreo -figura 3-, todo el alumnado

consigue apreciar algunas diferencias; por un lado, un 48.5% (f=161) indica que experimentan una mayor inmersión sonora y otro 38.6% (f=128) obtienen una sensación en tres dimensiones (3D) y, por otro, encontramos aquellos que nos indican la mejora en la calidad sonora, concretamente un 12.7% (f=42). Asimismo, existe un 0.3% (f=1) que manifiesta una sensación “menos real” del sonido con la escucha binaural.

De la misma forma, y en el proceso de escucha binaural sobre las piezas musicales modificadas, cabe destacar cómo el 95.5% (f=317) aprecia este fenómeno en toda su direccionalidad, es decir, en un espacio auditivo de 360°. En contraposición, un 3% (f=10) lo consigue escuchar solo en algunos momentos de la obra musical y el 1.5% (f=5) indica que en ningún momento de la audición -figura 4-.



Fig. nº. 3 y 4. Porcentaje de respuesta sobre la implicación de la escucha activa en el contexto musical universitario –izquierda–, y la apreciación de la direccionalidad del sonido a 360° –derecha–.

En relación con la cuestión que trata de conocer si la escucha binaural promueve la atención auditiva sobre la pieza musical –figura 5–, podemos ver cómo un 73.8% (f=245) responde que apreciar la obra musical bajo la configuración acústica binaural potencia completamente su escucha activa sobre la misma y, un 25% (f=83), afirma ver su atención auditiva ligeramente fomentada sobre la pieza musical. Por el contrario, únicamente el 1.2% (f=4) del alumnado encuestado no ve favorecida su atención durante la escucha binaural del fragmento sonoro. En cuanto a si consideran el audio espacial como un recurso válido para potenciar la escucha activa en el marco de la asignatura de Educación Musical –figura 6–, observamos cómo existe una dualidad general de opiniones puesto que un 50.9% (f=169) opina que siempre

sería un recurso válido para la asignatura y el 48.2% (f=160) expresa que de forma complementaria.

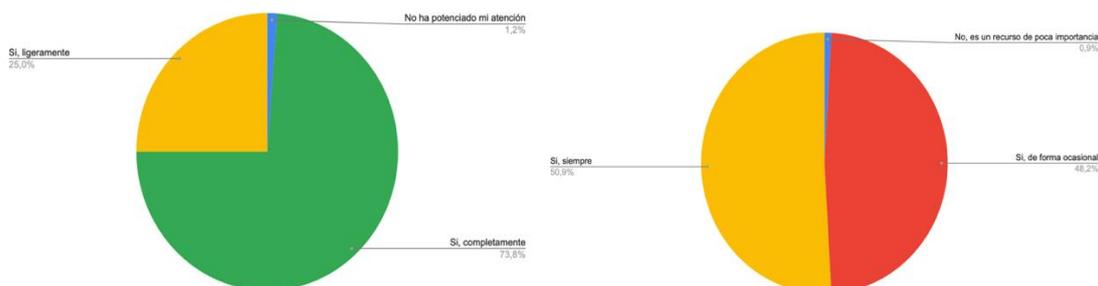


Fig. nº. 5 y 6. Porcentaje de respuestas sobre la atención auditiva sobre la pieza musical–izquierda–, y la consideración de ser un recurso válido para la asignatura –derecha–.

Por último, debemos mencionar la cuestión que presenta los datos sobre las posibles dificultades tecnológicas encontradas durante el ejercicio binaural - figura 7-. En este sentido, un 88.9% (f=295) manifiesta no tener problemas tecnológicos durante la realización el ejercicio, esto es que los dispositivos de escucha (auriculares) son adecuados para la escucha binaural, los dispositivos de reproducción (móviles, tableta y ordenador) funcionan correctamente y el internet/cobertura en la red de los mismos permite la descarga del audio espacial con cierta rapidez y normalidad. No obstante, se puede comprobar cómo existe un 7.8% (f=26) que encuentra problemas en sus auriculares indicando específicamente que no eran los más adecuados, y un 2.1% (f=7) cuyas dificultades técnicas se encuentran en el propio dispositivo móvil de reproducción. Además, cabe resaltar que existen otras apreciaciones que conforman un 1.2% (f=4) cuyas opiniones señalan, a nivel general, la escasa cobertura en la red tanto en las aulas como en los propios dispositivos.

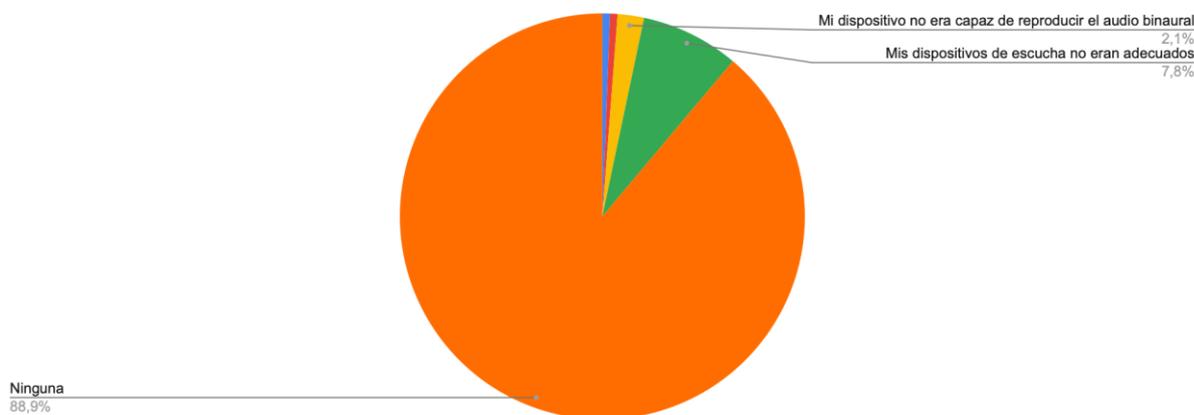


Fig. nº. 7. Dificultades tecnológicas durante el ejercicio binaural.

Discusión

Tras la realización del primer test, podemos ver cómo una proporción significativa del alumnado –casi el 40%– que ha participado en este estudio desconoce -total o parcialmente- qué es el sonido binaural. Por una parte, resulta especialmente sorprendente que una parte importante de los encuestados manifieste que nunca ha experimentado la escucha envolvente a pesar de que este fenómeno auditivo se encuentra ampliamente incorporado en contextos culturales y sociales como las salas cinematográficas contemporáneas y ciertos canales de comunicación de masas. Por lo tanto, pone sobre la mesa el desconocimiento, *a priori*, del alumnado sobre lo que es y lo que no es el sonido envolvente, cuestión que subraya una notable falta de conciencia, desde una perspectiva inicial, acerca de la existencia y las características de este fenómeno acústico. Asimismo, se ha podido constatar cómo aquel alumnado que sí ha experimentado la escucha auditiva envolvente ha sabido concretar con cierta precisión los contextos en los que se ha producido la escucha y mediante qué dispositivos han accedido a la misma, destacando aquí las redes sociales como principal protagonista.

Por otra, los hallazgos relacionados con la aplicación de la escucha activan como herramienta pedagógica revelan que, si bien una mayoría del alumnado

está familiarizado con este concepto, su implementación práctica en el proceso educativo ha sido escasa o nula. Este aspecto pone de manifiesto una discordancia significativa entre el conocimiento teórico sobre la escucha activa y su aplicación en el contexto educativo, particularmente en el ámbito de la Educación Secundaria Obligatoria y la Educación Musical a nivel universitario. De hecho, los datos muestran cómo la mayor parte del alumnado sí conoce a qué nos referimos con este término, pero, por el contrario, no lo han llevado a la práctica durante su formación académica. Aquí, como decimos, existe una diferencia importante entre los que sí han realizado actividades mediante la escucha activa y aquellos que únicamente han recurrido a ella de forma ocasional.

En lo que concierne al hecho sonoro protagonista de esta investigación, el sonido binaural, corroboramos cómo tras la realización de los ejercicios de escucha envolvente el alumnado logra discriminar una serie de características que merece la pena exponer en las siguientes líneas: de un lado, casi la totalidad de los encuestados demuestran una adquisición de habilidades para discernir las cualidades distintivas de la escucha binaural, tales como la percepción tridimensional del sonido, permitiendo así situar los estímulos auditivos en un espectro omnidireccional, es decir, en todas sus direcciones. De otro, este logro subraya el potencial del sonido binaural para enriquecer la experiencia auditiva y promover una escucha más activa y consciente pues, se ha podido comprobar la manera en la que este recurso ha fomentado la escucha activa sobre los géneros musicales seleccionados.

Finalmente, es necesario resaltar cómo los datos recogidos exponen tanto las limitaciones de la propuesta llevada a cabo como las carencias en competencias digitales todavía presentes entre el alumnado universitario. En este sentido, y a pesar de que una amplia mayoría –más de un 80%– afirma no enfrentar inconvenientes digitales para acceder a contenidos de audio binaurales, se han identificado ciertas dificultades asociadas a los dispositivos de escucha y reproducción sonora de «reciente adquisición» dado que varios de ellos no logran capturar o reproducir de manera óptima el sonido envolvente. Por lo tanto, este aspecto señala la necesidad de una mayor integración y comprensión tecnológica para facilitar el acceso y la apreciación plena de las innovaciones auditivas en el ámbito educativo universitario.

Conclusiones

La investigación presentada desvela una notable falta de conocimiento sobre el sonido binaural entre el alumnado participante, con aproximadamente el 40% de los encuestados manifestando desconocimiento total o parcial sobre este concepto. Esta circunstancia es especialmente sorprendente considerando la prevalencia de la escucha envolvente en entornos contemporáneos, tales como salas de cine y otros medios de comunicación de masas, lo que pone de relieve una desconexión significativa entre la experiencia cotidiana de los estudiantes y su comprensión teórica del fenómeno auditivo.

Además, el estudio indica que, a pesar de la familiaridad con el término de «escucha activa», su aplicación práctica en el contexto educativo es limitada, lo que sugiere una brecha entre el conocimiento conceptual y su implementación efectiva en el proceso de formación académica. Este hallazgo es particularmente relevante en el ámbito de la Educación Musical Universitaria, donde, aunque se reconoce la importancia de la escucha activa como recurso didáctico, su utilización es esporádica.

En lo que respecta al fenómeno central de este estudio, el sonido binaural, los resultados tras la exposición a ejercicios de escucha envolvente indican que los estudiantes son capaces de identificar y discriminar características específicas del audio binaural, incluyendo la percepción de una escucha tridimensional. Este resultado sugiere que la experiencia directa con piezas sonoras binaurales puede fomentar una mayor apreciación y entendimiento de las cualidades únicas de este tipo de sonido, además de potenciar la escucha activa en relación con diversos géneros musicales.

Limitaciones y prospectiva

Sin embargo, el estudio también revela limitaciones en la propuesta metodológica y carencias en la competencia digital del alumnado universitario. Aunque una mayoría afirma no enfrentar problemas digitales para la descarga y reproducción de contenido binaural, se identifican dificultades asociadas a la

calidad y capacidad de los dispositivos de escucha actuales, lo que podría comprometer la experiencia auditiva envolvente. Estos dispositivos, frecuentemente de no más de 3 años de antigüedad, muestran deficiencias en la captación precisa del sonido envolvente, lo que resalta la necesidad de considerar las características técnicas de los equipos utilizados en la investigación auditiva.

Consecuentemente, los hallazgos del estudio subrayan la importancia de abordar el desconocimiento sobre el sonido binaural y la escucha envolvente entre el alumnado, al mismo tiempo que señalan la necesidad de integrar prácticas educativas que promuevan la competencia digital y la apreciación crítica de las tecnologías auditivas en el contexto académico.

Financiación

Este estudio ha sido realizado en el marco del proyecto de investigación “La realidad aumentada y el sonido binaural como recursos didácticos para el aprendizaje”, del Plan Propio de Investigación, Transferencia y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga (Ref. B1_2022-42). Convocatoria 2022. IP: Rafael Ángel Rodríguez López.

Referencias Bibliográficas

- Aghaee, N., Hansson, H., Tedre, M., y Drougge, U. (2014). Learners' Perceptions on the Structure and Usefulness of e-Resources for the Thesis Courses. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 17, 154 - 171. <https://doi.org/10.2478/eurodl-2014-0011>.
- Boren, B. (2018). History of 3D sound. En A. Roginska y P. Geluso (Eds.), *Immersive Sound: The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio* (pp.40-62). Routledge
- Calderon-Garrido D., Carrera X. y Gustems-Carnicer J. (2021). La presencia de las TIC en las asignaturas de música de los Grados de Maestro: un análisis de los planes docentes. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 18, 127-138. <https://doi.org/10.5209/reciem.64882>

- Calderón-Garrido D., Cisneros P., García I. D., Fernández D. y de las Heras-Fernández R. (2019). La tecnología digital en la educación musical: una revisión de la literatura científica. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 16, 43-55. <https://doi.org/10.5209/reciem.60768>
- Cantón Mayo, I., y Baelo Álvarez, R. (2011). El profesorado universitario y las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC): disponibilidad y formación. *Educatio Siglo XXI*, 29(1), 263–302. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/119971>
- Carrión Candel, E., y Roblizo Colmenero, M. J. (2022). Gamification and mobile learning: innovative experiences to motivate and optimise music content within university contexts. *Music Education Research*, 24 (3), 377-392. <https://doi.org/10.1080/14613808.2022.2042500>
- Gimeno, C.; Sánchez-Azqueta, C.; Celma, S. y Aldea, C. (2016). Electrónica enREDada: An experience with a webinar program. En 2nd. International conference on higher education advances (HEAD'16). *Editorial Universitat Politècnica de València*. 78-83. <https://doi.org/10.4995/HEAD16.2015.2552>
- López Melgarejo, A. M., López Muñoz, N., y de Moya Martínez, M. del V. (2023). Musication: un recurso TIC para docentes de Música: Musication: an ICT resource for music teachers. *ENSAYOS. Revista De La Facultad De Educación De Albacete*, 38(1), 63–79. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v38i1.3254>
- Martín Félez, D. (2020). Bandas sonoras y herramientas TIC como ejes principales de la didáctica de la música para futuros maestros de Educación Primaria. Recursos facilitados en el área «Fundamentos de la Educación Musical». *Popular Music Research Today: Revista Online De Divulgación Musicológica*, 2(2), 101–124. <https://doi.org/10.14201/pmrt.23920>
- Mendoza Ponce, J. y Galera Núñez, M. M. (2011). Tecnología Musical y Creatividad: Una experiencia en la formación de maestros. *Revista de la Lista Electrónica Europea de Música en la Educación*, 28, 24-36. https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/16317/file_1.pdf?sequence=1
- Montoya-Rubio, J. C., López-Núñez, N. y López-Melgarejo, A. M. (2023). Innovación TIC en los Planes de Estudio de las Menciones de Música en los Grados de Educación en España. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en tecnología educativa* 15, 157-171. <https://doi.org/10.6018/riite.578641>

- Pathak, B. K. (2016). Emerging online educational models and the transformation of traditional universities. *Electronic Markets*, 26(4), 315-321. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12525-016-0223-4>
- Rodríguez Mariño, R. (2011). *Técnicas de sonido binaural en la postproducción audiovisual*. [Trabajo de Fin de Máster, Escuela politécnica superior de Gandía]. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/14732>
- Roginska, A. (2018). Binaural Audio Through Headphones. En A. Roginska y P. Geluso (Eds.), *Immersive Sound: The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio* (pp.88-121). Routledge
- Roginska, A., y Geluso, P. (Eds.). (2018). *Immersive Sound: The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio*. Routledge.
- Santos-Caamaño, F. J., Vázquez-Cancelo, M. J., y Rodríguez-Machado, E.-R. (2021). Tecnologías digitales y ecologías de aprendizaje: desafíos y oportunidades. *Educatio Siglo XXI*, 39(2), 19–40. <https://doi.org/10.6018/educatio.466091>
- Stecker, G., y Gallun, F. (2012). Binaural Hearing, Sound Localization, and Spatial Hearing. En Kelly I. Tremblay y Robert F. Burkard (Eds.), *Translational Perspectives in Auditory Neuroscience: Normal Aspects of Hearing*. Plural Publishing, 383-433. https://www.researchgate.net/publication/230717146_Binaural_Hearing_Sound_Localization_and_Spatial_Hearing
- Stephan, P. (2009). Binaural Recording Technology: A Historical Review and Possible Future Developments. *Acta Acustica United with Acustica* 95, 767–788. <https://doi.org/10.3813/AAA.918208>
- Torres, J. A. (2009). *Aplicación de técnica de grabación y mezcla binaural para audio comercial y/o publicitario*. [Tesis doctoral, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá]. <http://hdl.handle.net/10554/4390>
- Touriñán Morandeira, L. (2018). Música, educación y nuevas tecnologías: fundamentos pedagógicos de la relación. Educación “por” la música en la formación adulta universitaria a través de las TIC. *Revista Boletín Redipe*, 7, 39–77. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/522>
- Tourón, J., Lizasoain Hernández, L., Navarro-Asencio, E., y López González, E. (2023). *Análisis de Datos y Medida en Educación. Vol. I*. UNIR Editorial
- Wenzel, E., Begault, D., y Godfroy-Cooper, M. (2018). Perception of Spatial Sound. En A. Roginska y P. Geluso (Eds.), *Immersive Sound: The Art and Science of Binaural and Multi-Channel Audio* (pp.8-39). Routledge
- Wilson J. R. y Krishnan A. (2005). Human frequency-following responses to binaural masking level difference stimuli. *J Am Acad Audiol* 16,184–195. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16.3.6>