

Capítulo 1

Estado del arte

Para el estudio del estado del arte, se recurre a bases de datos científicas como el sistema *Ingenio UPM* y buscadores de artículos científicos como *Google Scholar*. Con ellos, se han introducido términos de búsqueda como “*Psychoacoustics*”, “*Subjective test acoustics*” o “*Auditorium subjective test*”. Los resultados arrojados por dichas plataformas, se revisan y se lee el resumen o *abstract* de los que se consideran que pueden ser útiles para el proyecto. Si el resumen confirma que la temática concuerda con la del estudio, se procede a la lectura del resto del artículo y se extraen los elementos que se consideran más importantes. Estos son principalmente: el tipo de análisis estadístico que se ha utilizado, el número de personas que han realizado el test, el tipo de test (tipo de preguntas, formato, duración de los audios utilizados, etc.), entre otros.

Por otro lado, se han realizado paralelamente búsquedas de libros de consulta especializados en temas como de detección de señales, análisis estadístico de datos y modelos Thurstonianos. Para ello, se realizan nuevas consultas a los medios ya presentados y personas con experiencia contrastada en la realización y el estudio de experimentos psicoacústicos.

Utilizando estos medios, se han consultado alrededor de 30 documentos entre libros de referencia, normativas internacionales, artículos de congreso, trabajos de fin de grado, etc. En ellos, como se menciona en [1], las características de los test subjetivos aplicados son muy diferentes entre sí e incluyen una gran variedad en cuanto al número de participantes o procedimientos se refiere.

1.1. Características de la documentación consultada

Al analizar los distintos documentos, se ha observado una inconsistencia notable en el número de personas que realizan los estudios. Por un lado, se tienen estudios que utilizan un número muy pequeño de personas, diez o menos, como es el caso de [2]. Por otro lado, algunos casos presentan números mucho mayores llegando a utilizar casi cien personas, como ocurre en [3].

Por otro lado, se ha observado una gran variedad de formatos para hacer los test. Los más habituales se presentan a continuación.

- **Test de diferencias:** En este tipo de test al oyente se le presentan 2 o más audios y tiene que determinar si son iguales o no. Tiene la ventaja de que son sencillos de implementar y de analizar. En algunos sitios, se le llama “Duo” o “binomial” por lo que es importante revisarlos a conciencia para no confundirlos con los “Duo-Trio” o un “ABX”.
- **Test Duo-Trio:** Para este formato, se presentan tres audios. Uno de ellos es igual a uno de los otros dos que se denomina “Referencia”. El objetivo del oyente es determinar cuál de los audios que se le presenta es dicha igual a dicha referencia.
- **Test de escalas numéricas:** El objetivo de este test es que el oyente cuantifique alguna determinada característica de las señales de audio mediante una escala numérica (generalmente mediante un *fader* o similar). Algunas variantes permiten que se realice la cuantificación de varios elementos en paralelo o que se pida que se ordenen varios audios simultáneamente en función de la característica que se pretenda evaluar (Test de MUSHRA).

- **ABX:** En este tipo de test se presentan tres señales. El oyente tiene que determinar cuál de las dos primeras que se le presentan es igual a la que es presentada en último lugar. El experimento se repite varias veces modificando la última señal para que no sea siempre el mismo audio.

Existen otros tipos de test como los triangulares o los A/NotA que se reflejan y explican en [4]. No obstante, no se han encontrado test en los que se aplique dicha metodología, a parte de ese artículo, por lo que no se han considerado para las siguientes partes del proyecto.

Cada uno de los tipos de test mencionados arriba tienen sus propias particularidades. Sus ventajas y sus inconvenientes tanto para su realización como para el análisis de sus resultados.

A nivel de interacción por parte de la persona participante, existe división de opiniones sobre la posibilidad del usuario de repetir la reproducción de los estímulos o incluso la capacidad de escoger cuándo se reproducen directamente. No obstante, normas como [5], [6], [7], [8], [9] y [10] recomiendan que los participantes tengan, siempre que sea posible, la posibilidad de interactuar con los estímulos de forma directa y repetir su reproducción si así lo desean.

En cuanto a la duración de los estímulos, se han observado que los valores suelen rondar los 8-10 segundos, obteniéndose casos con un máximo de 15 segundos como en [11]. Esto concuerda con las recomendaciones de [5], [6], [7], [8], [9] y [10] al respecto donde se indica que la duración de dichos estímulos debe ser lo suficientemente reducida para evitar que los participantes se acostumbren a las señales. Unido a esto, la duración total de la sesión, a pesar de ser el apartado del que menos información se informa, se recomienda que la duración no exceda de los 30 minutos, siendo necesaria la inclusión de descansos de la misma duración, si se tiene que alargar. Esto ocurre en casos como [12] donde se tiene una duración de casi 90 minutos.

En cuanto al análisis de los datos, históricamente se han utilizado procedimientos como los análisis de la varianza (ANOVA), o normas como [13]. No obstante, en estudios más recientes como [4] y [14] aparecen los modelos thurstonianos como una alternativa sencilla de aplicar y con cualidades que pueden resultar útiles para ciertos tipos de estudio.

A la vista de todo lo expuesto, queda patente la gran variedad de sistemas que se siguen en la actualidad para realizar los test perceptuales. Por ello, para nuestro test es necesario identificar sus particularidades para poder determinar las características que mejor se ajusten a nuestro proyecto.

Bibliografía

- [1] V. de Tejada, “Desarrollo de un protocolo para la realización de experimentos de percepción subjetiva,” *Universidad Politécnica de Madrid*, 2020.
- [2] M. Nowak and P. Kokowsky, “Subjective and objective assessments of noise barriers in terms of the loudness level,” in *Proceedings of the 23rd International Congress of Acoustics, ICA 2019*, 2019.
- [3] J. Egan, E. Carterette, and E. Thwing, “Some factors affecting multi-channel listening,” *The Journal of the Acoustical Society of America*, 1954.
- [4] D. de la Prida and A. Pedrero, “Listening tests in room acoustics: Comparison of overall differences regarding operational power,” *Applied Acoustics*, vol. 182, 2021.
- [5] S. de Radiocomunicaciones de la UIT, “Recomendación uit-r bs.1116-3: Métodos para la evaluación subjetiva de pequeñas degradaciones en los sistemas de audio,” tech. rep., Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2015.
- [6] S. de Radiocomunicaciones de la UIT, “Recomendación uit-r bs.1534-3: Método para la evaluación subjetiva del nivel de calidad intermedia de los sistemas de audio,” tech. rep., Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2015.
- [7] S. de Radiocomunicaciones de la UIT, “Recomendación uit-r bs.1284-2: Métodos generales para la evaluación subjetiva de la calidad de sonido,” tech. rep., Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2019.
- [8] E. B. Union, “Assessment methods for the subjective evaluation of the quality of sound programme material - music,” tech. rep., European Broadcasting Union, 1997.
- [9] S. de Radiocomunicaciones de la UIT, “Unión internacional de telecomunicaciones: Recomendación uit-r bs.1285: Métodos de preselección para la evaluación subjetiva de pequeñas degradaciones de audio,” 1997.
- [10] S. de Radiocomunicaciones de la UIT, “Unión internacional de telecomunicaciones: Recomendación uit-r bs.1286: Métodos para la evaluación subjetiva de los sistemas de audio con acompañamiento de imagen,” 1997.
- [11] I. Witew, G. Behler, and M. Vorländer, “About just noticeable differences for aspects of spatial impressions in concert halls,” *Acoustical Science and Technology*, 2005.
- [12] L. Kritly, V. Chmelik, Y. Sluyts, C. Glorieux, and M. Rychtáriková, “Audibility of spectral dips and peaks in broadband noise,” in *Proceedings of the 23rd International Congress of Acoustics, ICA 2019*, 2019.
- [13] I. S. O. (ISO), “Análisis sensorial. metodología. ensayo dúo-trío,” *UNE-EN*, 2018.
- [14] D. de la Prida and A. Pedrero, “Methodology for the subjective evaluation of airborne sound insulation through 2-ac and thurstonian models,” *Applied Acoustics*, vol. 157, 2019.