

ACÚSTICA, ARQUITECTURA E HISTORIA DE TEATROS DE ÓPERA Y AUDITORIOS

María Andrea Farina, Gustavo Basso
(CÁTEDRA DE ACÚSTICA MUSICAL / IPEAL - FDA - UNLP)
mfarina@empleados.fba.unlp.edu.ar, gbasso@empleados.fba.unlp.edu.ar

RESUMEN

La calidad acústica de una sala para música se puede inferir a partir de su forma arquitectónica básica –caja de zapatos, abanico, arena y herradura– si se cumplen determinadas condiciones. Se puede establecer un conjunto de valores para los parámetros acústicos más relevantes en función de cada tipología, siempre que se mantengan dentro de ciertos límites otros factores. En este artículo se describen los elementos principales que definen estos espacios integrando la acústica, la arquitectura, la historia y la práctica musical.

PALABRAS CLAVE

acústica; arquitectura; salas para música; análisis y diseño acústico

INTRODUCCIÓN

Una sala para música queda definida por su calidad acústica, que se obtiene sobre la base de los juicios de valor estético emitidos por los espectadores a partir de lo que oyen, sus expectativas musicales, sus gustos individuales y lo que han aprendido que es correcto para su época. Como toda evaluación perceptual, depende y está definida en gran parte por la cultura musical del grupo de sujetos consultados, que varía con el tiempo y el lugar que se tome en consideración. También puede variar de individuo a individuo. Es más, el mismo individuo puede modificar su evaluación sobre la calidad de un mismo espacio en diferentes momentos.

Por supuesto, la calidad acústica además depende del comportamiento físico de las ondas sonoras en el recinto. El gran tema del estudio científico de la acústica de salas es precisamente el vínculo –complejo, multidimensional y cambiante– entre los campos físicos y la percepción de esos mismos campos (Farina, 2019).

El primer intento histórico de relacionar un aspecto físico de un auditorio con lo que se oye en su interior fue realizado por Wallace Sabine a fines del siglo XIX. Sabine definió el tiempo de reverberación (TR) como el tiempo, medido en segundos, que tarda el nivel de presión sonora en caer 60 dB –hasta que deja de oírse– desde el momento en el que cesa la fuente de señal. Su cálculo vincula el tamaño del recinto y la cantidad de material acústico absorbente en su interior con una primera y sencilla concepción de calidad perceptual. Fue durante muchos años, y sigue siendo en parte, la principal variable a considerar en un proyecto acústico.

Otro aspecto físico que define la acústica de una sala es su tipología arquitectónica. La calidad acústica de un espacio se puede inferir a partir de su forma arquitectónica básica si se cumplen ciertas condiciones, como valores estándar de absorción en las superficies interiores y la inexistencia de defectos notorios como ecos, distorsiones o coloraciones espectrales. Existen regularidades que habilitan la división de las tipologías arquitectónicas más utilizadas en cuatro grandes grupos de características canónicas particulares –caja de zapatos, abanico, arena y herradura (figuras 1 y 2). En el apartado siguiente se reúnen y enumeran las características acústicas esperables de una sala para música en función de su tipología.

Figura 1

Symphony Hall de Boston (caja de zapatos), Sala Pleyel de París (abanico, documentación de 1994), plantas y cortes

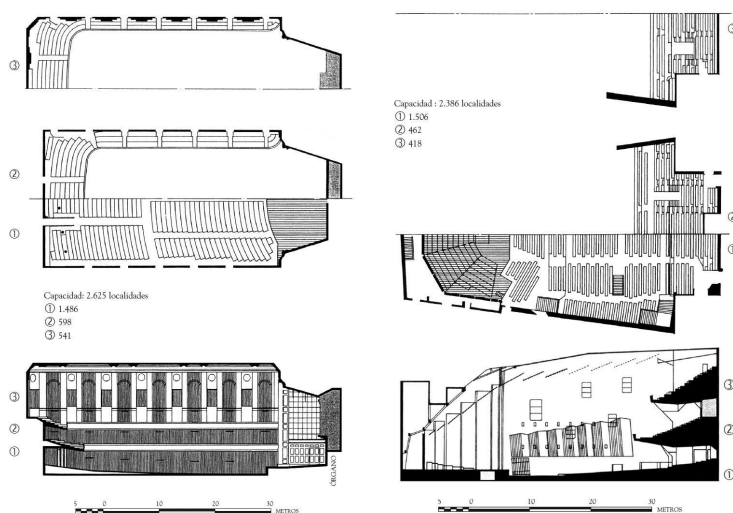
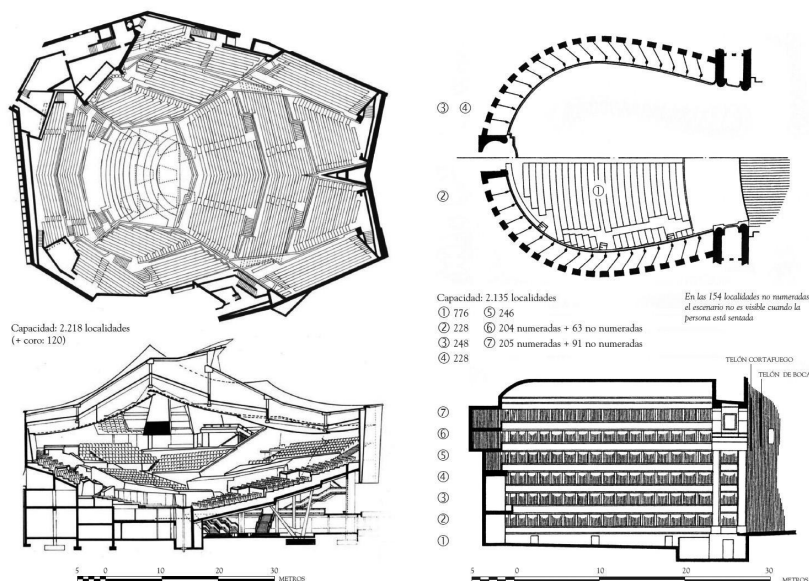


Figura 2

Philharmonie de Berlín (arena), Teatro La Scala de Milán (herradura), plantas y cortes



CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DESTACADAS DE LAS DIFERENTES TIPOLOGÍAS ARQUITECTÓNICAS

Caja de zapatos

La música sinfónica no existió como la conocemos hoy en día hasta fines del siglo XVIII. Los conciertos de música sinfónica temprana se realizaban en grandes salones de palacio y los de cámara, en espacios más pequeños. Es decir, hasta el siglo XIX no existieron lugares especialmente proyectados para interpretar música instrumental. Con la Revolución Francesa se modifica el significado social de la música, cuyo destinatario es ahora el ciudadano. Fue en esta época cuando se empezaron a construir los primeros auditorios de gran capacidad sobre la base de condiciones estrictamente arquitectónicas.

Estas nuevas salas tenían planta rectangular y altura constante. El ancho quedaba determinado por el tamaño de las vigas transversales de madera necesarias para sostener la cubierta que –por la disponibilidad y el costo económico– medían en promedio 22 m. El largo, por una cuestión de visuales, podía alcanzar como máximo los 50 m –de esta manera, el espectador más alejado vería en un tamaño razonable a los músicos en el escenario. La altura debía ser mayor a 12 m para permitir la renovación de aire por convección (Basso, 2009).

Los cielorrasos eran, por lo general, casetonados o artesonados que, junto a la abundancia de la ornamentación propia del estilo neoclásico imperante, difundían las ondas acústicas en un abanico de diferentes direcciones. Años más tarde se descubrió que la difusión es un factor importante en los auditorios de gran calidad acústica (Schroeder, 1975, 1979).

Esta tipología queda normalizada de manera exclusiva por cuestiones arquitectónicas y no de índoles acústicas. Estos auditorios –en los que se consolidó el orgánico de la orquesta sinfónica romántica con maderas a dos– perduraron como tipo estándar hasta la Primera Guerra Mundial y tuvieron una profunda revisión en la década de 1980.

Las características acústicas más relevantes de estas salas son:

- El TR es aproximadamente de 2 s para las frecuencias medias.
- Hay mucha plenitud de sonido que proviene de todas las direcciones –el oyente se siente inmerso en sonido reverberante.
- La claridad presenta valores altos.
- El espacio posee un gran rango dinámico y responde inmediatamente ante el menor cambio en la articulación de la orquesta.
- En general, presentan gran uniformidad en todas las ubicaciones.
- Entre los instrumentos existe un buen balance espectral y de sonoridad. Es muy bueno el ensamble entre los músicos.

En una caja de zapatos, al oyente le llegan la señal directa proveniente de la fuente acústica –la orquesta– y también muchas señales producto de las reflexiones en las paredes. El público percibe que está rodeado de sonido y comparte con la fuente el mismo espacio acústico. La calidad acústica de estas salas mejora si un número significativo de reflexiones laterales tempranas ocurren entre la llegada del sonido directo y los 80 ms.

La sensación de inmersión en el ambiente, uno de los factores más apreciados a la hora de evaluar la calidad de un auditorio, es muy alta –el campo acústico posee un valor de factor de espacialidad elevado.

De acuerdo con numerosos estudios, la forma de una sala para música sinfónica debería priorizar las reflexiones laterales. Éste es uno de los motivos por el que se prefieren las cajas de zapatos por sobre otras formas posibles en las propuestas arquitectónicas actuales.

Tres ejemplos paradigmáticos de esta tipología construidos en el siglo XIX son el Konzerthaus de Berlín, el Musikvereinsaal de Viena y el Concertgebouw de Ámsterdam. En el año 2003, Beranek realizó un estudio sobre 58 salas de conciertos para música sinfónica en el que compiló las opiniones de directores de orquesta, críticos musicales y aficionados y un análisis de diversos parámetros acústicos medidos. En un ordenamiento perceptual, estos tres auditorios se encuentran entre los cinco mejores del mundo por su calidad acústica. El Symphony Hall de Boston (figura 1) ocupa el tercer lugar en esa lista (Beranek, 2003). Esta sala fue la primera cuyo proyecto se realizó aplicando desde el comienzo la teoría acústica cuantitativa desarrollada por Sabine –gran parte de su prestigio se debe al éxito alcanzado en esta obra.

Abanico

Después de la Primera Guerra Mundial, las condiciones que habían definido la arquitectura y la acústica de las salas para música del siglo XIX habían cambiado. Las nuevas tecnologías y materiales de construcción permitieron a los arquitectos modificar las tipologías tradicionales dimensionalmente limitadas. La posibilidad de cubrir mayores luces sin apoyos intermedios permitió cambiar el ancho de los auditorios y la renovación de aire ahora podía hacerse de modo forzado liberando la altura de los recintos –el largo seguía limitado por las visuales. El resultado fue que las paredes laterales modificaron sus ángulos y se abrieron en una planta en forma de espátula o abanico. La pared posterior de esta tipología en muchos casos adopta una forma curva y el cielorraso es más bajo que en las cajas de zapatos tradicionales –sigue un desarrollo

equipotencial o isofónico. La calidad acústica de estos nuevos diseños quedaba supuestamente asegurada por la aplicación de la teoría sabiniana.

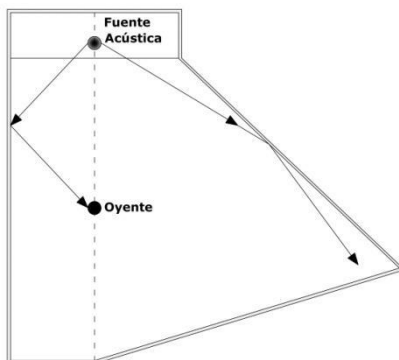
En una sala con planta en forma de abanico, el sonido directo llega al espectador con facilidad, pero el que proviene de las reflexiones en las paredes laterales se dirige hacia atrás: no hay posibilidad de que lleguen a la platea reflexiones desde los laterales (figura 3). Cuando se tiene únicamente sonido frontal que proviene de la orquesta, la fuente acústica se percibe adelante, lejana y separada del oyente. Al haber muy poca energía lateral, la audiencia no recibe la información espacial necesaria como para sentirse rodeada de sonido.

En un abanico:

- El TR es por lo general bajo, porque el volumen se reduce al disminuir la altura del cielorraso y aumenta el área de absorción del público. Por el contrario, los mejores ejemplos de esta tipología son los que logran alcanzar un valor alto de TR.
- Presentan muy baja claridad y los detalles de la música –los diferentes modos de acción y las articulaciones de la ejecución instrumental– se pierden.
- El ensamble en el escenario es difícil porque los músicos no se pueden oír entre ellos –el sonido se dirige hacia el fondo del auditorio y no vuelve a las fuentes.
- Pueden aparecer ecos prominentes. Las señales acústicas que llegan a la pared curva del fondo de la sala y a los frentes de las bandejas vuelven al escenario con gran energía.

Figura 3

Esquema que muestra el comportamiento de las reflexiones en una sala de planta rectangular y en una sala en abanico



La planta en abanico fue un modelo que se usó ampliamente a partir del período de entreguerras debido, en gran medida, a que permite albergar una mayor cantidad de público en comparación con una caja de zapatos (figura 4). Dos obras representativas son el Teatro Eastman de Nueva York, inaugurado en 1923 y la Sala Pleyel de París, construida en 1927 (figura 1).⁴

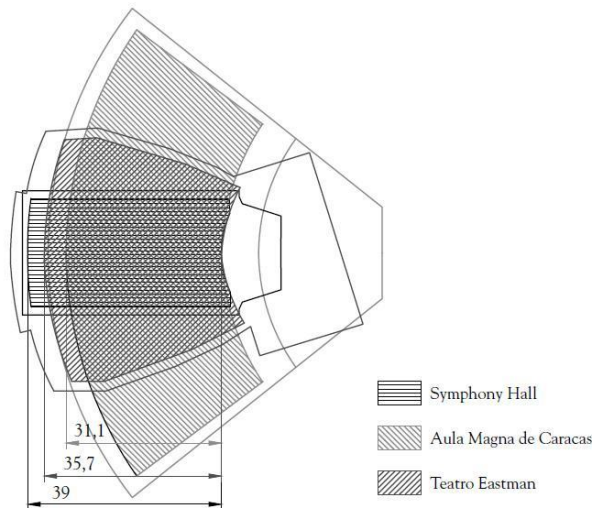
Según Beranek, un auditorio con forma de abanico puede ser efectivo para audiencias menores a 800 personas o, en ciertas circunstancias, superiores a 3.200 espectadores. En un espacio pequeño de esta tipología no hay reflexiones laterales que contribuyan o alteren el sonido

⁴ La planta en forma de abanico aparece anteriormente en el siglo XIX en una sala de ópera: en el Teatro del Festival de Bayreuth.

directo, lo que le otorga una relativa definición que podría juzgarse acústicamente buena (Beranek, 2014).

Figura 4

Esquema donde se compara el largo y el área de asientos en platea en una caja de zapatos y en dos abanicos. El Symphony Hall posee una capacidad para 2.625 personas, el Aula Magna de la Universidad de Caracas tiene prácticamente el mismo aforo (2.660 personas) y el Teatro Eastman posee 3.347 localidades.



Aunque desde la década de 1920 se construyeron gran cantidad de salas con planta en forma de abanico, no alcanzaron la calidad de los auditorios del siglo anterior. Recién hacia 1960 se logró una nueva tipología arquitectónica de base con el proyecto del edificio para la Orquesta Filarmónica de Berlín (figura 2).

Arena

Instaurado el modelo de Sabine en el siglo XX, el diseño de las salas de concierto supuso la posibilidad de independizarse de los modelos formales tipológicos del pasado y de su arquitectura interior. Sin embargo, la mayoría de las obras construidas mostraban una realidad diferente con una gran cantidad de ejemplos con un funcionamiento acústico deficiente. Entre ellos se encuentra, hacia 1960, el célebre caso del Philharmonic Hall del Lincoln Center de Nueva York. En este estado de situación, los mejores espacios para música seguían siendo las cajas de zapatos del siglo XIX.

Entre las excepciones podemos citar la Philharmonie de Berlín. Se trata de una sala que debía responder a la configuración y el orgánico de la orquesta sinfónica moderna que ya estaba estandarizada y cuyo esquema, tipo viñedo o arena, plantea una propuesta sumamente original para la tipología de auditorio.⁵

“Música en el centro” fue el postulado predominante del arquitecto Hans Scharoun que sentía que la posición normal de la orquesta –en un extremo del recinto– impedía a la audiencia y los

⁵ Su concepción fue posible gracias a los recursos tecnológicos de la época.

músicos comunicarse fluidamente (Beranek, 1996). Por eso propone un partido muy diferente que deshace la oposición escenario-platea y músico oyente ubicando a la orquesta en un lugar no convencional. Además, los músicos, para llegar al escenario, debían pasar entre el público.

La arena o viñedo ofrece, para música sinfónica, una variante a la geometría de caja de zapatos clásica. El rasgo que la caracteriza es la ubicación del escenario cerca del centro de la sala y en un nivel más bajo que el público, que se ubica en bloques o terrazas elevadas.

En una arena es difícil producir gran número de reflexiones laterales porque la audiencia se ubica rodeando el escenario y los cierres verticales quedan lejos de los instrumentos. Se pierde, por lo tanto, la secuencia de reflexiones tempranas presentes en los auditorios rectangulares. Una técnica para compensar esta deficiencia consiste en ubicar a la audiencia en bloques cuyos frentes reflejen energía lateral hacia el público cercano al escenario y hacia otros bloques.

Las características acústicas más relevantes de las arenas son:

- Pueden albergar una gran cantidad de público.
- El TR puede alcanzar valores similares a los óptimos para música sinfónica.
- No son salas homogéneas y permiten muchas condiciones de audición diferentes.
- En las áreas de audiencia frente a los músicos el sonido es claro, balanceado, y con una definición tímbrica que envuelve completamente al oyente –hay sectores de la audiencia frente a la orquesta donde la calidad de la música puede ser tan alta como en una caja de zapatos.
- Por el contrario, en los asientos de la parte posterior del escenario se oye un sonido completamente diferente, con un balance instrumental casi invertido.
- Determinadas localidades, en las que el público puede observar la gestualidad del director de orquesta, son preferidas por motivos visuales, no acústicos.

En sentido contrario a lo afirmado en gran parte de la literatura especializada, la falta de homogeneidad del campo acústico no es necesariamente una desventaja. En una arena se pueden dar respuestas a las preferencias individuales mediante la elección de las ubicaciones que mejor se acomoden a cada clase de oyente (Wilkens y Plenge, 1975).

Herradura

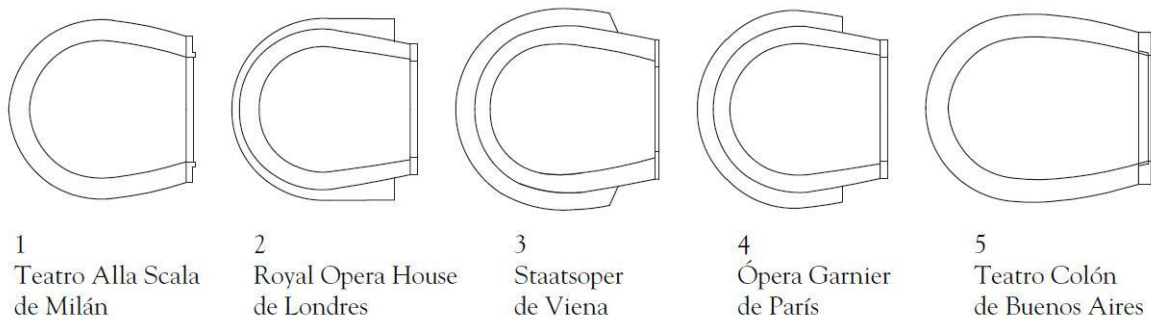
En 1637 se inaugura el Teatro San Cassiano en Venecia, que es considerado el primero de ópera construido con este fin específico. La tipología inicial fue modificada por el arquitecto Carlo Fontana que introdujo el diseño de herradura y hacia mediados del siglo XVII queda estandarizada a partir de los siguientes elementos: la planta en forma de herradura, la ubicación del foso por debajo del nivel de la platea, la caja escénica separada del espacio para el público y un TR acotado. Los grandes teatros de ópera del siglo XVIII, que tienen un aforo promedio entre 1.500 y 2.000 personas, mantienen un TR de alrededor de 1,5 s (por ejemplo, el Teatro Argentina de Roma, el Teatro San Carlo de Nápoles y el Teatro Regio de Torino). Estas salas de gran capacidad dieron lugar a los teatros del siglo XIX que conservaron todos los elementos de la tipología e incorporaron la decoración interior característica de la época manteniendo prácticamente invariante la acústica.

En la figura 5 se observan las variaciones en las formas de herradura del Teatro La Scala de Milán –inaugurado en 1778–, del Royal Opera House de Londres –reconstruido en 1858–, de la

Staatsoper de Viena –que conserva la forma arquitectónica original de 1869–, de la Ópera Garnier de París –inaugurada en 1875– y del Teatro Colón de Buenos Aires –de 1908.

Figura 5

Plantas en forma de herradura de algunos teatros de ópera



Sus principales características son:

- El TR alcanza un valor cercano a 1,5 independientemente del tamaño y del aforo. Este valor de TR resulta adecuado para que una sala de ópera cumpla con sus dos objetivos acústicos principales: la continuidad de la música y la inteligibilidad del habla.
- Incluyen dos grandes volúmenes acústicos acoplados: el escenario, que contiene toda la estructura de la caja escénica, y la sala propiamente dicha.
- La platea debe cumplir con la exigencia de que cada espectador posea un ángulo visual máximo en función del fondo del escenario y la boca de escena. La distancia máxima de la audiencia al escenario –en general treinta metros– queda limitada tanto por las visuales como por la acústica.
- Es muy bueno el balance acústico entre los músicos de la orquesta en el foso y los cantantes en el escenario –en los buenos teatros en herradura las fuentes ubicadas en el foso generan niveles entre 3 dB y 5 dB menores que las ubicadas en el escenario.
- La claridad presenta valores altos.
- En general, la calidad sonora es mejor en los niveles superiores que en la platea.

La acústica de los teatros donde estrenaron sus óperas Monteverdi, Mozart, Glück, Verdi, Britten o Ligeti (con excepción de Wagner que creó un teatro ad hoc) es similar. Una sala moderna de ópera puede albergar en forma perfecta una ópera barroca sin problemas porque conserva las mismas características acústicas desde hace 400 años. Estos espacios, armados según ensayo y error, se convirtieron en un modelo eficiente para el género y constituyen el caso de estabilidad acústica más destacado de la historia de Occidente. Los nuevos teatros de ópera se continúan construyendo con la acústica de esas salas originarias. Por supuesto, no mantienen la arquitectura, los materiales ni la decoración interior de esa época pero, en esencia, siguen siendo teatros italianos de herradura. Las estéticas musicales tan diferentes que se sucedieron durante cuatro siglos de historia conservan un mismo espacio estandarizado de manera internacional.

CONCLUSIONES

Cuando se interpreta música en un recinto queda de manifiesto un vínculo estrecho entre su arquitectura, su acústica y el estilo musical de la obra que se va a interpretar. Como consecuencia, los espacios para representación son considerados por muchos autores como una extensión natural de las fuentes acústicas.

En el proyecto de una sala para música cobra relevancia la forma arquitectónica de base. Durante mucho tiempo, la tendencia fue imitar modelos tipológicos acústicamente exitosos. Este método fue el de preferencia desde los comienzos de la era moderna y hasta principios del siglo XX. En la actualidad encontramos cuatro grandes grupos: salas tipo caja de zapatos, abanico, arena y herradura en los que existen un conjunto de valores óptimos para los parámetros acústicos en función de la tipología. Estos espacios para música de gran capacidad contribuyeron a configurar el sonido característico de los grupos instrumentales históricamente estandarizados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Proyecto de Investigación y Desarrollo PID 11/B327 "Acústica de espacios no convencionales. Música para sitios específicos" y el Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica PICT 2020-03297 "Salas para música en la Argentina: tipologías arquitectónicas y caracterización del campo acústico".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

Farina, M. A. (2019), *Tipologías arquitectónicas y calidad acústica de salas para música*. Editorial de la UNQ, Bernal.

Basso, G. et al. (2009). *Música y Espacio: ciencia, tecnología y estética*. Editorial de la UNQ.

Beranek, L. (2003). Subjective Rank-orderings and Acoustical Measurements for Fifty-Eight Concert Halls. En *Acta Acustica*, (89), 494-508.

Beranek, L. (2014). Concert hall design: new findings. En *Proceedings of the Institute of Acoustics*, (36), 3.

Beranek, L. (1996). *Concert Halls and Opera Houses. How They Sound*. Acoustical Society of America.

Schroeder, M. (1975). New results and ideas for architectural acoustics. En R. Mackenzie (ed.), *Auditorium Acoustics*, Applied Science Publishers.

Schroeder, M. (1979). Binaural dissimilarity and optimum ceilings for concert halls: More lateral sound diffusion. En *Journal of the Acoustical Society of America*, (65), 958-963.

Wilkens, H. y G. Plenge (1975). The correlation between subjective and objective data of concert halls. En R. Mackenzie (ed.), *Auditorium Acoustics*, Applied Science Publishers.