



2004-12-15

historias de hace [1 año](#) | [2](#) | [3](#))

Arquitectura Sonora

 2004-12-15

Publicado en [EL CORREO](#), Territorios, Ciencia-Futuro
Miércoles 15 de diciembre de 2004

Salas de conciertos, auditorios, espacios públicos que disponen de una acústica excelente gracias al diseño de sus geometrías y los materiales constructivos. Física en verdadera acción.

Uno de los comentarios que más se han repetido tras la inauguración hace unas semanas del reformado *Teatro alla Scala* de Milán es su sorprendente sonoridad. El responsable de la misma, [Higini Arau](#), que también consiguió dotar de una acústica excepcionalmente fiel al *Nuevo Liceo* de Barcelona, emplea la física para configurar unas características que favorecen la audición. A veces, esto implica cambiar por completo la geometría del recinto, así como controlar qué tipo de materiales se utilizan, y en qué manera. Por ejemplo, en la antigua *Scala*, los suelos estaban cubiertos de alfombras, muy absorbentes del sonido. Ahora, unas tarimas flotantes están permitiendo que la reverberación permita un sonido más brillante.

En 1885, la Universidad de Harvard (Massachusetts, EEUU) inauguraba el Museo de Arte Fogg, un edificio neogótico que incorporaba una amplia sala de conferencias. El problema, constatado el mismo día de su inauguración, era que las palabras que se decían desde el escenario se quedaban reverberando durante segundos, convirtiéndose todo en un ruido ininteligible. El consejo de la Universidad acudió a un matemático y experto en acústica, Wallace Clement Sabine, para que intentara resolver el problema. El trabajo de investigación de Sabine marca el nacimiento de la Acústica Arquitectónica, que aunaba la teoría y la práctica, y que comenzó a cambiar la forma en que los propios arquitectos (aunque no siempre) diseñan los espacios públicos.

Uno de los factores que se consideran, gracias al trabajo pionero de Sabine, es el **tiempo de reverberación**, que es el tiempo que tarda en desaparecer un sonido una vez se ha dejado de emitir. Este tiempo depende de la geometría de la sala (no sólo del volumen de la misma, sino también de la distancia que existe entre las paredes que absorban o reflejen los sonidos), y también de los materiales de cada superficie. La llegada de la electrónica permitió mediciones exactas y rápidas de este parámetro, aunque al principio

se hacía con un tubo de órgano y un simple cronómetro.

El problema que se plantea es qué tiempo de reverberación es el óptimo. Aquí entran factores que no tienen que ver con la física, sino con la psicología de la percepción sonora. Por ejemplo, se considera que una sala de conferencias, o un estudio de radio deben tener reverberaciones de menos de medio segundo (este parámetro aumenta con el volumen de la sala, porque en salones amplios las personas encuentran más agradable una reverberación algo más prolongada). La música religiosa, sin embargo, que tradicionalmente se ejecutaba en grandes catedrales, se percibe más adecuadamente con tiempos de reverberación más largos, por encima de los dos segundos.

Se podría decir que es todo cuestión de gustos, y así es en efecto. Sin embargo, la psicoacústica evalúa las preferencias de diferentes personas, encontrando con que, en general, todos tendemos a sentir un buen sonido de un recinto en condiciones parecidas. Lo que sucede es que en una sala de conciertos, por ejemplo, no todo el mundo se coloca en la misma posición. ¿A quién se debe primar? ¿A los músicos del escenario, a la zona central del patio, a las plateas? Conseguir un sonido sin distorsiones en gran parte de las butacas es un problema mucho más complejo.

La base de todo ello está en los materiales utilizados. Por un lado, es evidente que cualquier recinto debe quedar suficientemente aislado del ruido exterior, y ha de evitar reverberaciones interiores del sonido que se conviertan en ruido. Cada material tiene una capacidad de absorción, o de reflexión determinada. Hay materiales, como los mármoles o piedras pulidas, que reflejan casi todo el sonido: su abuso en los centros comerciales actuales, por ejemplo, consigue crear un ruido de fondo basado en los sonidos habituales de gente paseando y hablando, músicas de las tiendas y música ambiental, que puede llegar a sentirse como omnipresente. Se afirma que este ruido favorece que la gente se mueva más y permanezca poco en las áreas públicas, entrando así más en los comercios. Como ya comentamos en otras ocasiones, estos efectos sobre el consumidor se exageran a menudo, aunque en este caso tienen razón de ser.

Eliminar casi por completo los sonidos reflejados, sin embargo, no parece buena solución. Los músicos necesitan poder oírse (en la música amplificada se incorporan altavoces de escucha para los ejecutantes, pero esto no sucede en un concierto clásico). Normalmente, el diseño de la caja acústica que rodea al escenario facilita que la orquesta se oiga y pueda atender al director.

En el caso del público, en psicoacústica se habla a menudo del *efecto Haas o de precedencia*, establecido por este psicólogo a mediados del XIX, que establece que el cerebro procesa la información sonora de manera que un sonido parece provenir de la fuente que tarda menos en llegar, cuando nos llega por varias fuentes. Algo que se nota fácilmente cuando estamos usando un equipo estereofónico y nos acercamos o separamos relativamente del centro entre altavoces: en cuanto nos ponemos más cerca de uno de ellos, un sonido que se emite igual por los dos parece provenir casi exclusivamente de éste. En una sala de conciertos, el sonido que llega a una butaca determinada no sólo es el directo, que viaja en línea recta desde el emisor hasta los oídos. Están las reflexiones en las paredes laterales, en la caja escénica, en el techo.

Está comprobado que si escuchamos dos sonidos similares, con una diferencia de llegada de entre 60 y 80 milisegundos (lo que corresponde a unos 20 ó 25 metros)

percibimos un eco, y esto resulta molesto. Por eso, al diseñar una sala de conciertos hay que evitar que esto suceda. La solución es permitir que existan muchos emisores secundarios, es decir, que el sonido se refleje no sólo principalmente en una superficie, sino en muchas, con diferentes grados de atenuación, lo que permitirá que la escucha sea más dulce: el primero en llegarnos es el sonido directo, que identificaremos (correctamente) como el origen, y un conjunto de reflexiones que se van atenuando que dotan de calidad, denominada a veces *masa* al mismo.

Catástrofes Sonoras

En la actualidad, los modelos acústicos son mucho más elaborados, e incluso en la fase de diseño el arquitecto puede estimar con bastante aproximación cómo sonará el edificio en proyecto. Sin embargo, cualquier pequeño cambio en las dimensiones, y sobre todo en los materiales, puede echar por tierra el trabajo. La incorporación, por ejemplo, de un telón que no estaba bien diseñado, puede cambiar por completo la calidad de audición en una zona importante de la sala. Desde los años 60 se ha acudido a menudo a la creación de superficies, sobre todo en los techos de las salas, que son móviles (conocidos como *nubes*), pudiendo cambiar de configuración dependiendo del tipo de música o palabra que se vaya a escuchar.

En cualquier caso, se impone siempre realizar pruebas ya con la sala lista, para poder confirmar que no se hayan cometido errores. Desde finales de los años 60 se dispone de sistemas de pruebas electrónicos que permiten comprobar si hay frecuencias a las que se está cancelando demasiado, o si en algunas zonas se ha perdido la calidad del sonido. Todo buscando evitar catástrofes como la que se produjo en la Sala Filarmónica del Lincoln Center, en Nueva York (EEUU), diseñada por el arquitecto Leo Beranek e inaugurada el 12 de septiembre de 1962: el concierto inaugural fue catastrófico y hubo que rediseñar todo el patio de butacas, pues las hileras del mismo difundían el sonido haciendo desaparecer las bajas frecuencias.

Pero a menudo se olvida la importancia de la consultoría acústica, o la colaboración de un experto, consiguiéndose espacios (pensemos en casi todas las estaciones de tren o muchos aeropuertos) en los que no se consigue nunca saber lo que anuncian los altavoces.

2004-12-15 01:00