

# Acústica arquitectónica

## De Wikipedia, la enciclopedia libre

La **acústica arquitectónica** es una rama de la acústica, que se encarga del acondicionamiento acústico de recintos, bien sea, en lugares abiertos (al aire abierto) o en salas cerradas.

### Tabla de contenidos

- 1 Evolución histórica
  - 1.1 La acústica arquitectónica en la Antigüedad
  - 1.2 Wallace Clement Sabine
  - 1.3 Después de Sabine
- 2 Acústica en espacios abiertos
- 3 Acústica en espacios cerrados
- 4 Características acústicas de los estudios
  - 4.1 Non-Environment
  - 4.2 LEDE
- 5 Véase también
- 6 Enlaces externos

## Evolución histórica

### La acústica arquitectónica en la Antigüedad

Los escritos más antiguos que se conocen sobre acústica arquitectónica datan del siglo I adC, más concretamente, el año 25 adC y se deben a Marco Vitrubio Polio, ingeniero militar de Julio César. En estos escritos describen varios diseños para mejorar la acústica de los antiguos teatros romanos. Por ejemplo, se utilizaban vasijas de bronce afinadas que actuaban como resonadores, bajos o agudos. Aunque la vasijas servían para redirigir el sonido en una dirección diferente a la inicial, no lo reforzaban.

En las iglesias cristianas, de bóvedas altas, con muchos problemas acústicos, sobre el púlpito se colocaba un **tornavoz**, especie de marquesina, que evitaba que el sonido de la voz del predicador se perdiese por las bóvedas. Se consiguieron resultados muy notables.

Hasta el siglo XIX, el diseño acústico era puramente práctico y consistía, principalmente, en imitar disposiciones de salas existentes en las que la música sonaba bien. Además, había a veces, prácticas casi supersticiosas, tales como colocar alambres (que no tenían ninguna función) en los lugares altos de una iglesia o auditorio.

### Wallace Clement Sabine

La acústica arquitectónica moderna, nació a finales del siglo XIX gracias al físico americano Wallace Clement Sabine.

En 1895, cuando se inauguró el Museo de Arte Fogg, los miembros del consejo de la Universidad de

Harvard, al comprobar que la acústica del recinto era pésima y que el discurso de los oradores eran inentendible, pidieron a Sabine que resolviera el problema.

Sabine llegó a la conclusión, que el problema residía en la excesiva reverberación de la sala. Para reducirla, cubrió las paredes con fieltro que es un absorbente acústico. Aunque no fue una solución ideal, la acústica mejoró y pudo utilizarse la sala.

Tras este logro, Sabine fue llamado para asesorar la construcción del nuevo Boston Symphony Hall. En el desarrollo de este proyecto, durante sus investigaciones, estableció una fórmula de cálculo del tiempo de reverberación que aplicó al recinto.

Cuando llegó el momento de la inauguración en 1900, Sabine se llevó una gran decepción, ya que el tiempo de reverberación de la sala no se ajustaba al que él había predicho teóricamente. Fue muy criticado por los medios de comunicación y por otros expertos en la materia.

Tras este fracaso Sabine abandonó sus investigaciones y volvió al mundo universitario, dedicándose a la enseñanza hasta su muerte en 1919.

Sin embargo, la historia colocó a Sabine en el lugar que merecía. En 1950, cincuenta años después de la construcción del teatro, se realizaron algunas pruebas y se pudo contrastar que los cálculos de Sabine eran correctos. De hecho, hoy en día (2005), el Boston Symphony Hall está considerado, desde el punto de vista acústico, como una de las mejores salas del mundo

## Después de Sabine

Muchos autores intentaron mejorar la ecuación del tiempo de reverberación para una sala y, aunque hay otras formulaciones que cuentan con aceptación, como la de Eyring y Millington, sin resultados mejores a los de Sabine; por lo que la fórmula de Sabine sigue en uso.

En los laboratorios Bell, E. N. Gilbert demostró que gracias a la utilización de una ecuación integral, se podía obtener un resultado por un procedimiento iterativo. Se han obtenido buenos resultados para ciertas aplicaciones.

A partir de 1968, se han desarrollado métodos informáticos de trazado de rayos sonoros con la idea de seguir todas las reflexiones que se producen y de esta forma calcular el tiempo de reverberación.

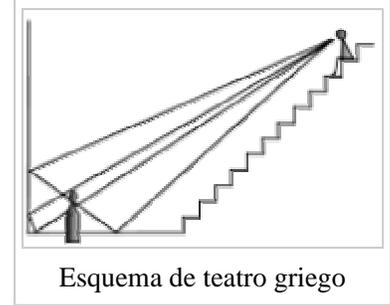
Tampoco estas técnicas recientes han dado resultados mucho mejores que las de Sabine. La fórmula de Sabine sólo ha sido mejorada al introducir un factor de absorción ( $\alpha$ ) del aire para una determinada temperatura y humedad. Factor que tiene gran importancia si se trata de grandes recintos.

Aunque Sabine es el padre de la acústica arquitectónica, se ha de tener en cuenta que la fórmula de Sabine ni es la única, ni tampoco es absolutamente fiable. Sólo se trata de una de las fórmulas más utilizadas.

## Acústica en espacios abiertos

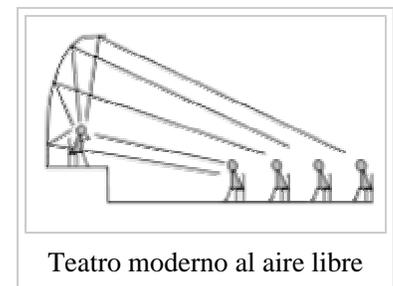
En los espacios abiertos el fenómeno preponderante es la difusión del sonido. Las ondas sonoras son ondas tridimensionales, es decir, se

propagan en tres direcciones y sus frentes de ondas son esferas radiales que salen de la fuente de perturbación en todas las direcciones. La acústica habrá de tener esto en cuenta, para intentar mejorar el acondicionamiento de los enclaves de los escenarios para aprovechar al máximo sus posibilidades y mirar como redirigir el sonido, focalizandolo en el lugar donde se ubique a los espectadores.



Los griegos construyeron sus teatros, donde las obras dramáticas y las actuaciones musicales, en espacios al aire libre (espacios abiertos) y aprovecharon las propias gradas en donde se ubicaban los espectadores (gradas escalonadas con paredes verticales) como reflectores, logrando así que el sonido reflejado reforzase el directo, de modo que llegaban a cuadruplicar la sonoridad del espacio que quedaba protegido por las gradas. El tamaño de los teatros griegos, alguno de los cuales, gracias a sus propiedades acústicas, llegó a tener capacidad para 15.000 espectadores, no ha sido igualado.

Los romanos utilizaron una técnica parecida, no obstante, la pared de las gradas no era plana, sino curva, lo que permitía que se perdiese menor cantidad de sonido y lo focalizaban mejor hacia un mismo punto (Planteamiento similar al del reflector parabólico). Sin embargo los más grandes entre los romanos solamente tenían capacidad para unos 5.000 espectadores. La pérdida de las condiciones se debió en gran parte a que la orquesta, que el teatro griego servía para reflejar el sonido, en Roma fue el lugar que ocupaban los senadores y otros cargos, con lo que empeoraron las condiciones.



Actualmente (2005), se aprovechan los conocimientos que la cultura clásica nos ha legado y los recintos abiertos, se construyen con paredes curvas abombadas en forma de concha o caparazón. Los materiales utilizados tienen propiedades reflectoras para facilitar el encaminamiento del sonido hacia donde se ubican los espectadores. El problema es que no hay una respuesta en frecuencia no es uniforme y los graves llegan con mayor dificultad hasta el auditorio que los agudos.

## Acústica en espacios cerrados

En los espacios cerrados, el fenómeno preponderante que se ha de tener en cuenta es la reflexión). Al público le va a llegar tanto el sonido directo como el reflejado, que si van en diferentes fases pueden producir refuerzos y en caso extremos falta de sonido.

A la hora de acondicionar un local, se ha de tener en cuenta, tanto que no entre el sonido del exterior (Aislamiento acústico).

Además, en el interior se ha de lograr la *calidad* óptima del sonido, controlando la reverberación y el tiempo de reverberación, a través, de la colocación de materiales absorbentes y reflectores acústicos.

## Características acústicas de los estudios

Las características acústicas de cada sala serán específicas para el uso que se le vaya a dar.

Es importante que el campo sonoro de la sala sea difuso. Con ese fin, se podrán difusores, absorbentes,

aislantes que permitan redistribuir uniformemente el sonido y aproximarse al campo difuso ideal.

Las dos tendencias actuales principales aplicadas en el diseño de estudios de grabación son: Non-Environment y LEDE.

## Non-Environment

Desarrollada por Tom Hidley, a mediados de los Años 1980, para su proyecto de graduación en el *Institute of Sound and Vibration Research* de la Universidad de Southampton.

Su proyecto fue una sala semianecoica con una pared reflectante que soporte los altavoces (pantalla infinita), así el factor Q de los nodos en baja frecuencia es tan ancho que desaparece y la respuesta tonal de la sala es más uniforme.

Para evitar la excesiva utilización de absorbentes acústicos, se usa un sistema de guía de ondas, consistente en colocar los paneles alineados en la dirección de propagación.

La principal ventaja es que en los estudios con estas características una misma grabación suena exactamente igual en dos estudios diferentes y que el refuerzo en graves es mayor.

## LEDE

LEDE (LIVE END - DEAD END), fue desarrollado por Pons y Chips Davis hacia 1978. Consiste en la utilización de absorbentes y reflectores acústicos con el fin de evitar que las reflexiones que produzcan interferencias en forma de peine (sumas de interferencias constructiva y destructivas) que se da cuando a una señal se le suman las réplicas de ellas, alterando la respuesta en frecuencia.

## Véase también

- Absorbente acústico
- Absorción (sonido)
- Aislamiento acústico
- Decibelio
- Difracción (sonido)
- Eco
- Frecuencia
- Insonorización
- Intensidad
- Presión sonora
- Potencia sonora
- Resonancia
- Reverberación
- Sonido
- Sonoridad
- Tiempo de reverberación
- Umbral de audición
- Umbral de dolor

## Enlaces externos

- Asociación Asturiana de Electroacústica

Obtenido de "[http://es.wikipedia.org/wiki/Ac%C3%BAstica\\_arquitect%C3%B3nica](http://es.wikipedia.org/wiki/Ac%C3%BAstica_arquitect%C3%B3nica)"

Categoría: Acústica arquitectónica

---

- Esta página fue modificada por última vez el 17:57, 18 jul 2007.
- Contenido disponible bajo los términos de la Licencia de documentación libre de GNU (véase **Derechos de autor**).  
Wikipedia® es una marca registrada de la organización sin ánimo de lucro Wikimedia Foundation, Inc.