

Territorios

¿Qué vamos a escuchar ahora en Zacatenco?

Ana Laura Carbajal Vega*

La acústica aplicada a la arquitectura abre una puerta para estudiar la generación, propagación y transmisión del sonido en todos los espacios cerrados o abiertos en donde el ser humano pueda realizar sus actividades.

A través del tiempo se ha considerado a la acústica como una parte de la física la cual estudia el sonido, esto nos conduce a pensar en las propieda-

des o características de las ondas sonoras incluyendo su generación, transmisión y recepción. Sin embargo, para los sociólogos la acústica es un estímulo producido, una gama de respuestas a un fenómeno físico medido con una variación subjetiva; para los ingenieros civiles, la vibración es una cuestión de ingeniería mecánica; para los médicos, es una parte de la física que se aplica a la tecnología y ayuda a diagnosticar una enfermedad (ultrasonido).

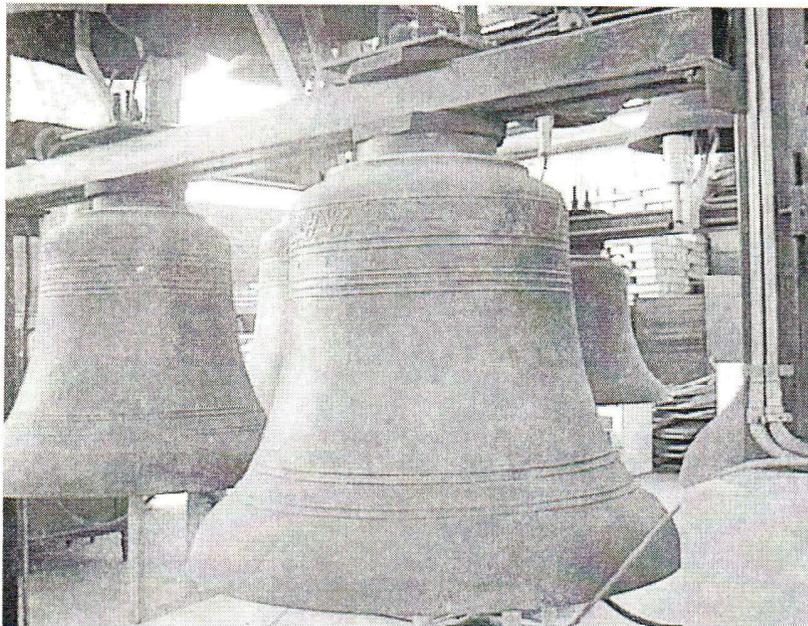
*Arquitecta y profesora de la ESIA Tecamachalco.

¿Qué significa para el arquitecto la acústica?

En sentido estricto el arquitecto debe tomar en cuenta el sonido desde el momento en que se propaga, verificar la dirección, la reflexión, la refracción, el tiempo de crecimiento y decadencia del mismo, además de los materiales de construcción: reflejantes, absorbentes o reverberantes, así como los ecos flotantes que se conocen con el fenómeno de onda estacionaria (provocado por superficies paralelas).

Con frecuencia se piensa que el medio ambiente no influye en la acústica, sin embargo la temperatura, los vientos dominantes y la humedad relativa, son factores determinantes para la orientación de un teatro al aire libre. Lo anterior condiciona la ubicación del anteproyecto, proporciona o no, mejor inteligibilidad en todas las posiciones del teatro.

El comportamiento espacial del sonido alrededor de una fuente¹ en un espacio cerrado, es



Carillón: instrumento compuesto por campanas afinadas en tres o más octavas.

completamente distinto de lo que sería si la misma fuente estuviera localizada al aire libre, lejos de cualquier superficie reflectante. En caso de que estuviera en los límites del cerramiento, un segmento de la energía sonora incidente se reflejaría, parte sería absorbida y parte transmitida a través de las paredes del mismo.

Como resultado de las investigaciones descritas en su libro *Music, acoustics and architecture*, el doctor L. L. Beranek propuso 18 efectos acústicos, los cuales debe considerar un arquitecto:

- **Intimidad:** impresión necesaria de que la música o las palabras de un orador se escuchen como si se estuviera en un espacio pequeño. Esta relación se origina con el tiempo que separa la llegada del sonido directo y con el primer sonido reflejado por las paredes de la sala. Este tiempo no debe sobrepasar los 20 milisegundos para salas de concierto y 25 en salas de ópera. Por ello, una sala grande es igual a una pequeña en espacios cerrados.

- **Vivacidad:** oposición a una sala sorda, es decir una sala muerta. Una sala reverberante es viva, pues refuerza y modifica la duración de los sonidos. Esta relación se da con el tiempo de reverberación. Algunos tiempos de reverberación son largos y por lo tanto se requiere reducir la absorción de los materiales de construcción a su valor mínimo, el que se obtiene con el público asistente.

- **Color:** complemento a las bajas frecuencias, ya que las refuerza para que se escuche el sonido deseado con mayor fuerza. (Si la música no reproduce los sonidos graves, ésta parece frágil o carente de intensidad); esto se logra con el tiempo de reverberación en sonidos graves, haciendo que sea 1.2 veces mayor que las frecuencias medias. Por ejemplo: el exceso de maderas absorbe las frecuencias bajas.

- **Claridad:** en una sala o espacio cerrado los sonidos se escuchan de forma clara cuando son sucesivos (definición horizontal), los sonidos simultáneos (definición vertical) se perciben de manera distinta. La claridad se mide en función de la intensidad del sonido directo, del tiempo en que media entre el instante de llegada del sonido directo y el primer sonido reflejado, así como en el tiempo de reverberación.

- **Difusión:** en salas de conciertos, juntas, auditorios o vestíbulos, se escucha mejor cuando la sensación del sonido reverberado proviene de todas direcciones con igual intensidad.

- **Equilibrio:** con él podemos percibir los distintos instrumentos de la orquesta con sonías correctas. Esto depende de las superficies reflectoras.

- **Ausencia de eco:** se produce en superficies donde los rayos sonoros reflejados por ellos mismos, llegan demasiado retrasados respecto al sonido directo.

- **Ausencia de ruido de fondo:** cuan mayores son las dimensiones de salas o auditorios, se debe ser más exigente en el valor límite del nivel de ruido de fondo (no debe sobrepasar los 30 decibeles).



Es importante utilizar la acústica en la práctica del diseño arquitectónico.

- **Análisis gráficos de los rayos sonoros:** utilizar diagramas que muestren la reflexión de los rayos de sonido en los que el ángulo de incidencia sea igual al ángulo de reflexión, para así dar la forma correcta, tanto a los muros laterales como al plafón, con el propósito de proporcionar el máximo sonido útil y evitar ecos. Ningún rayo reflejado debe viajar a más de once metros por arriba de su correspondiente rayo directo. Deben evitarse las bóvedas de cañón, los domos, las superficies curvas o cóncavas, pues tienden a enfocar los rayos sónicos hacia un sólo lugar en vez de difundirlos en todo el espacio.

- **Foro, escenario, galerías y balcones:** el espacio del foro y el escenario deben tener aproximadamente un tiempo de reverberación igual al de la sala. El foso de orquesta tendrá un área de dos metros cuadrados por músico, deberá tener una cortina removible absorbente de sonido a lo largo del muro posterior. Los balcones de galería aumentan la capacidad del auditorio y/o reducen la distancia del escenario en la última fila de asientos, evitando así grandes volúmenes de sala.

Lo anterior nos puede ayudar a comprender mejor la necesidad de utilizar la acústica en la práctica del diseño arquitectónico. Por el complejo comportamiento del sonido, podremos deducir que el foco sonoro del conjunto cultural de Zacatenco es el "carillón", instrumento formado por campanas, el cual tiene la característica de ser ejecutado a través de un teclado *CAS/O*, soportado por una computadora con dos entradas (*in out*), las cuales permiten accionar un émbolo (mismo que hace la función de lo que antes se reconocía como badajo), el cual golpea el borde inferior del labio de la campana produciendo diferentes tipos de frecuencias o tonos, los que en conjunto, es decir armónicamente, generan una melodía.



Los instrumentos de percusión emiten tonos puros desde el momento en que son tocados por primera vez.

En las universidades de Estados Unidos se conservan en funcionamiento diversos tipos de carillones, entre las universidades públicas de México el IPN sería el primero en tener un carillón.

Las campanas tienen una transmisión de onda de forma esférica, emiten ondas en donde los puntos de máxima compresión forman esferas concéntricas. Entre más grande y pesada es la campana, las ondas que emite tienden a ser de mayor amplitud, por lo que se consideran frecuencias bajas, es decir, sonidos graves, sucede lo contrario con una campana pequeña, pues emite frecuencias agudas.

Estos instrumentos de percusión emiten tonos puros desde el momento en que son percutidos por primera vez, sin embargo, si las ondas que se propagan llegan a encontrarse con las de otra campana, se enrarece el sonido, es decir, no se escuchan con claridad.

Por lo anterior las melodías que se ejecutan en un carillón deben ser rápidas, con ritmos constantes (ostinato rítmico) y con un máximo de tres campanas percutidas al mismo tiempo.

El sonido que deja el toque de una campana se prolonga por un tiempo definido, a este suceso se le denomina "tiempo de reverberación",² el cual define a un instrumento su forma de ejecución.

Las primeras campanas con las que consta el Carillón del IPN fundidas de una sola pieza, son de origen holandés.

Se dice que si una campana que ya fue fundida, a la hora de ser percutida no llega al tono deseado, se tiene que volver a fundir. En la actualidad la campana se lija en la parte interna para que el tono sea completamente puro.

Conociendo de manera general el comportamiento acústico del foco sonoro, es decir, el Carillón, es un hecho que existen un sinnúmero de opciones para cubrir las necesidades que demanda la ubicación, el diseño formal y funcional, de este invaluable instrumento ③

¹ Fuente sonora, es decir foco sonoro, objeto que produce el sonido.

² Tiempo en segundos que tarda en decrecer un sonido a 60 decibeles que es el mínimo audible.

Bibliografía:

Beranek Porleo LL. *Music Acustics and Architecture*. Ed. Joen Wiley and Sonss. New York:1962.

