

Sonido, silencio: acústica y arquitectura

Entrevista al maestro Eduardo Saad Eljure

Celia Facio Salazar

Arquitecta, coordinadora de promoción y difusión
del Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura, UNAM



Eduardo Saad en el Aula Magna del taller Max Cetto, misma que fue acondicionada acústicamente por él
Archivo Bitácora arquitectura

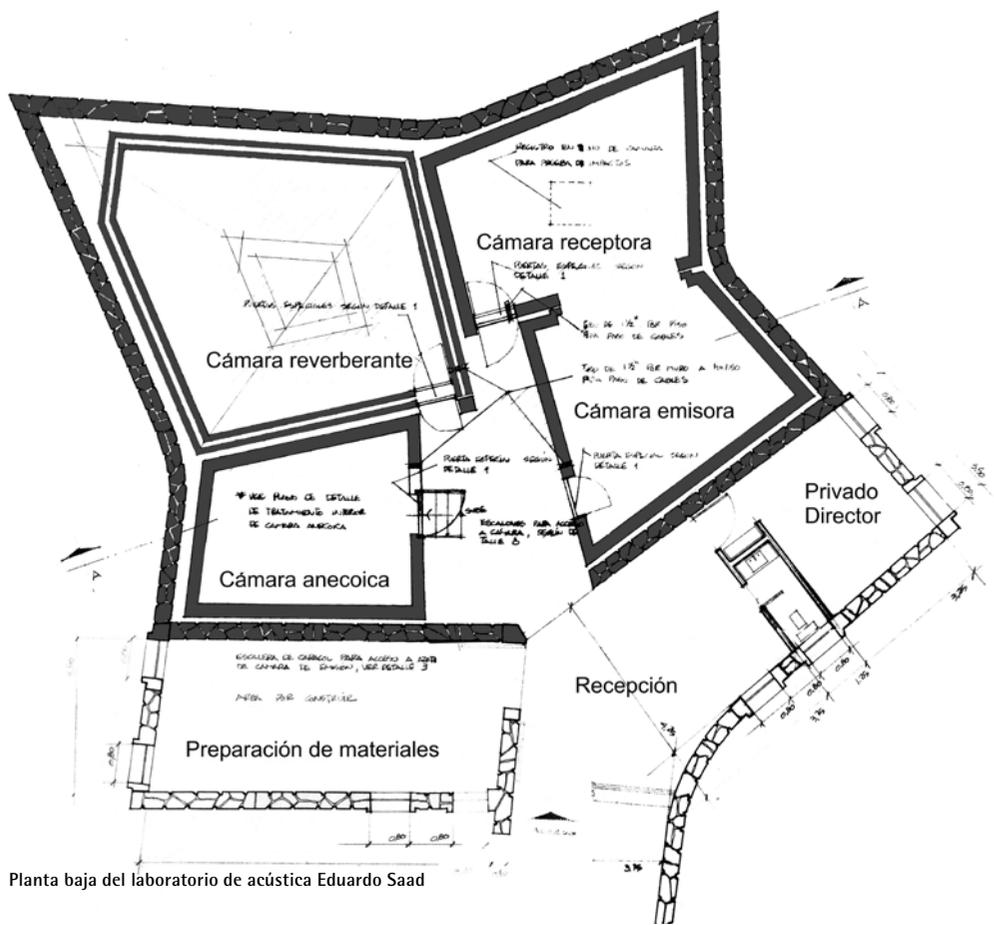
Esta entrevista recorre la trayectoria profesional de Eduardo Saad y desentraña algunos misterios de la acústica arquitectónica, especialmente la teatral

La carrera de arquitectura es, naturalmente, una plataforma para explorar nuevos campos. ¿Cómo y cuándo decide inclinarse por el área tecnológica y especialmente por los estudios en acústica?

Desde el principio me gustó mucho esta ciencia, aunque el destino también intervino. En la preparatoria me tocó hacer un ejercicio especial de acústica y más tarde en la Escuela Nacional de Arquitectura (hoy Facultad de Arquitectura) el maestro Manuel de Anda me invitó a dar clases al concluir el curso de acústica, aire acondicionado y elevadores. Me pidió que lo apoyara impartiendo esa misma asignatura a tres grupos, ya que la población estudiantil se había incrementado ese año; le respondí que no me sentía capacitado, pero me animó y me ayudó a prepararme para asistir a sus materias como ayudante. Comencé a dar clases en 1959, pero quedé inscrito oficialmente como profesor en 1960. En 1965, el doctor Ignacio Chávez creó el Programa de formación de profesores e investigadores de la UNAM y a través del arquitecto Jorge González Reyna, entonces director de nuestra escuela, me invitó a estudiar un posgrado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Tenía cierto temor de aceptar; cuando llegué a Boston me sentí solo y en un lugar apartado, pero apenas empezaron las clases la experiencia fue impresionante, pues vimos las materias desde un punto de vista muy práctico, técnico y útil. Tanto me gustaron las clases del maestro Robert B. Newman² que le pedí trabajo y me invitó a colaborar en mis tiempos libres en su oficina (Bolt Beranek & Newman), para poder seguir estudiando. Observé que contaba con instalaciones y aparatos asombrosos que parecían de otro mundo; con mi camarita *Minox* fotografié laboratorios e instrumentos, trabajé en el aislamiento de puertas, sellos acústicos, transparencia sonora de materiales, medición de reverberación y detección de ecos en teatros con bocinas direccionales, entre otras cosas. Me emocioné con las otras materias, pero la acústica fue algo especial. Antes de partir a Boston debí firmar una carta compromiso en la cual se me decía que a mi regreso obtendría un contrato, pero cuando volví había cambiado la administración en la universidad, ya no estaba el doctor Ignacio Chávez como rector, lo había sustituido el ingeniero Javier Barros Sierra... hubo cambios muy importantes y el acuerdo no pudo cumplirse.

¿Cómo encuentra la Facultad a su regreso y cuáles fueron sus primeros proyectos?

A mi regreso, la Facultad de Arquitectura ya contaba con instrumentos nuevos. Había equipo para estructuras, climatología, túnel de viento, máquina para acelerar el efecto del tiempo en los materiales y equipo de medición acústica. Por gusto, y sin sueldo, me quedé, ya que los aparatos me llamaban mucho la atención, y comenzamos a abrir cajas ayudando al arquitecto Jorge Molina Montes; empecé a hacer mediciones y análisis con esos instrumentos y de ahí surgió la idea de construir un laboratorio. Los colegas me ubicaron como diseñador acústico y comenzaron a llamarme para participar en diferentes proyectos: hacer un teatro en un sótano que decían no tenía solución, aislar un estudio de grabación o los muros divisorios de un hotel, resolver algún problema de vibración... todo relacionado con este fascinante tema de la acústica, así que poco a poco se fue haciendo habitual diseñar en este campo. Vendedores de materiales ofrecían productos con cualidades sorprendentes, los cuales analizábamos y rechazábamos; al principio se enojaban porque les decíamos la verdad; sin embargo, poco a poco confiaron en nosotros y en



Planta baja del laboratorio de acústica Eduardo Saad

la actualidad solicitan nuestro laboratorio para certificar sus productos. Hace poco medimos paneles para plafón con supuestas cualidades mágicas y contrariamente a lo que indicaban sus catálogos tales cualidades eran inexistentes. Hicimos una reunión con los técnicos para indicarles cuáles normas internacionales de construcción y medición aplicamos en el laboratorio, como las de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y las de la International Organization for Standardization (ISO) en Europa. Finalmente se convencieron de que sus materiales no estaban del todo bien... piensan que en México estamos atrasados en la materia.

El laboratorio provee de un ambiente acústico controlado donde se llevan a cabo mediciones de materiales con exactitud y sin interferencias externas

Resulta interesante conocer el origen del laboratorio de acústica de nuestra Facultad y que desde hace poco lleva su nombre. ¿Podría hablarnos del proyecto y su construcción?

Para construirlo buscamos un lugar que cumpliera con las normas internacionales. Analizamos varios espacios como los del sótano de la Facultad, donde había bodegas, pero no cumplían con los requerimientos de las normas internacionales para determinar las características acústicas de los materiales y comparar los datos obtenidos con los de otros países. La cámara reverberante requiere de 200 m^3 , una distancia máxima entre sus vértices de 1.9 raíz cúbica del volumen, lo que implica una gran altura y forma especial, muros no paralelos para que la energía sonora sea uniforme sobre las muestras y que las frecuencias bajas del sonido estén dentro del espacio. Lo proyecté a principios de 1967 y la primera fase se terminó un año después. Todavía faltan la oficina, una bodega y los sanitarios,

aunque contamos con lo más importante del proyecto y con ello hemos logrado que sea uno de los mejores del mundo. Han venido investigadores extranjeros que quedan impresionados con el laboratorio, pues el muro exterior de piedra tiene un espesor de 60 cm para proteger las tres cámaras flotantes que cuentan, además, con muros dobles de tabique sobre una plancha de concreto de 40 cm de espesor, consiguiendo así un espacio completamente aislado. En otros países no lo pueden hacer por los altos costos de la mano de obra, del concreto y de la piedra volcánica. El laboratorio provee de un ambiente acústico controlado donde se pueden llevar a cabo mediciones de materiales con exactitud y sin interferencias externas, por eso se eligió un lugar alejado de las avenidas, a un costado del Anexo de Ingeniería y al lado del frontón número 8. Recientemente se terminó la cámara anecoica con recubrimientos absorbentes y una malla de piso sujeta a los muros para el libre paso del sonido.

¿Encontró dificultades a su regreso para la transferencia del conocimiento de los materiales que se ofrecían en el extranjero y los existentes en el mercado local?

No porque las bases son las mismas. El tabique de Boston es el compacto, similar al que usamos para chimeneas pero sus coeficientes son diferentes a los de nuestro tabique común. Hemos analizado muchos materiales que se consideran mágicos, como el empaque de huevo, poliestireno o corcho; éstos tienen cualidades térmicas pero no son aislantes sonoros. Lo mágico es que algunos, como el empaque de huevo, son fáciles de conseguir y gratuitos, pero hay que distinguir entre absorción y aislamiento acústico. La masa (peso) e inercia (espesor) de un muro impiden que el sonido pase de un cuarto a otro, en cambio, materiales porosos como la fibra de vidrio, evitan los reflejos pero no son aislantes sonoros. En México, históricamente, tenemos muros pesados hechos de tabique y losas de concreto, mientras que en Estados Unidos los entrepisos son de madera, en nuestro país hay otros problemas porque hoy en día los departamentos son más pequeños; en pocos casos hay equipos de clima artificial y por los patios de servicio se transmiten las voces, no hay privacidad. En la antigüedad la vivienda era más privada, pero ahora incluso los sectores acomodados se van a departamentos de colonias como Santa Fe o Bosques de las Lomas y viven sin privacidad acústi-

Lo que sirve para mucho no sirve para nada. Un teatro de sinfónica tiene diferentes requerimientos que uno de ópera, este último necesita un foso de orquesta, camerinos, escenografía, contraescenario y tramoya. Sin embargo, hay grupos de espectáculos que pueden combinarse; por ejemplo, música y opera

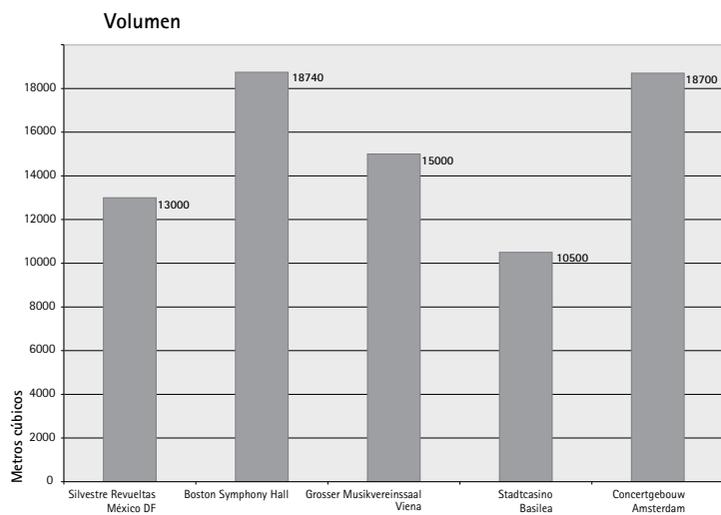
ca. Se está construyendo una cantidad impresionante de edificios residenciales en los que se buscan calidad y privacidad, tomando en cuenta el aislamiento acústico entre departamentos pero no en el ambiente interior, porque se usan materiales duros y reflejantes. Cuando se cae una olla en la cocina, el ruido se oye en todas partes... El siguiente paso es acondicionar acústicamente los espacios para que esto no suceda.

Ha incursionado como especialista de la acústica en numerosos géneros de la arquitectura como hoteles, corporativos, residenciales, hospitales, escuelas, iglesias, instalaciones deportivas y teatros. Para cada caso son diferentes las soluciones. ¿Nos podría hablar sobre la acústica en los teatros?

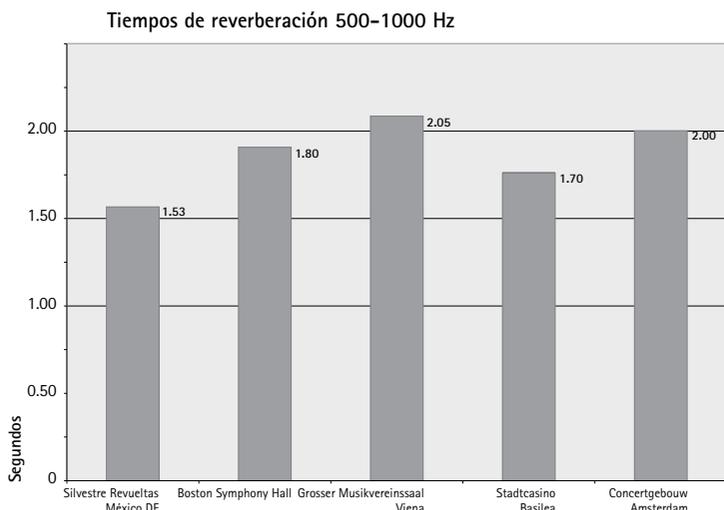
Es algo fantástico, es de lo más bonito que existe y muy divertido. Lo principal para la buena audición es el silencio. Hay que evitar que los ruidos exteriores ingresen al teatro y lograr que el ruido generado en el interior, como el del aire acondicionado, sea también bajo: mientras más silencioso sea el espacio más corre el sonido. En segundo lugar está el adecuado nivel de sonoridad, sentir que el sonido acaricia los oídos sin lastimarlos. Mientras más natural sea el sonido, más agradable es. Ir al teatro y percibir que el piano está a tres metros aunque en realidad se encuentre a 30 o 40, sucede porque la acústica es buena. Se consigue con elementos reflectores que transportan el sonido con intensidad, claridad, definición y direccionalidad, y que hacen que los espectadores se sientan muy cercanos a la orquesta. El nivel de sonoridad se ajusta con los plafones y muros, con las inclinaciones y dureza de los materiales, ya que cada uno refleja de manera diferente; no es lo mismo madera que concreto, eso hace que adelante y atrás se escuche con la misma intensidad, pues el sonido debe ser uniforme en toda la sala. En tercer lugar se debe lograr una buena distribución del sonido, tomando en cuenta los patrones de direccionalidad de las fuentes, ya que algunas como el violín, la trompeta y la voz humana salen hacia adelante, y otras como el corno francés, hacia atrás. El director de la orquesta debe considerar estos factores. De acuerdo con eso hay que evitar ecos producidos por bóvedas, cúpulas o superficies cóncavas y sobre todo eliminar ecos flotantes causados por muros paralelos. Cuando existen estos defectos se superponen los sonidos y se pierde definición. Por otro lado, los balcones no deben ser profundos y requie-

ren de una boca lo suficientemente amplia para garantizar la entrada de las bajas frecuencias; se necesita que la gente vea y escuche bien, afortunadamente los ojos están a la altura de los oídos, por eso ubicamos fácilmente el origen de la fuente sonora, tenemos dos oídos y un radar integrado. En cuarto lugar, se debe considerar el adecuado balance entre brillantez y definición de los sonidos sucesivos. Esta condición para la buena audición fue descubierta por el padre de la acústica Wallace Clemente Sabine. La acústica es física y depende del tiempo de reverberación (el tiempo que tarda un sonido en bajar 60 decibelios); cuando uno aplaude, se oye la última parte que le queda al sonido por los reflejos de los muros; al aire libre no existe eso. En el baño tenemos más brillantez, a la gente le gusta cantar donde hay más reflejos; en cambio no canta en lugares alfombrados. Cada actividad requiere de un nivel de reverberación diferente. Una iglesia es muy adecuada para oír coros y música litúrgica pero al sacerdote no se le entiende por falta de definición; en un cine se oye muy bien la voz, pero no se pueden dar conciertos de música sinfónica viva porque el espacio es muy sordo y apagado. Por ejemplo, conviene interpretar a Bach en una iglesia, donde el volumen es mayor y los materiales son más reflejantes; la música de Mozart, que es más fluida, requiere más definición y eso se logra con materiales absorbentes como cortinas, como en las cámaras de los palacios donde se tiene menos reverberación. Beethoven requiere aproximadamente dos segundos de tiempo de reverberación, que es entre Bach y Mozart; para la ópera es un poco más bajo porque entran música y voz; la ópera wagneriana es más brillante que la italiana porque los italianos hablan más rápido y con más sílabas por palabra. También se necesitan varios materiales para absorber los diferentes tipos de sonido y controlar el volumen. Es algo fascinante y además manejable. Existen programas virtuales de cómputo que permiten modelar las salas en tercera dimensión y saber antes de construirlos cómo se va a escuchar. Se puede predecir el futuro acústico de un teatro.

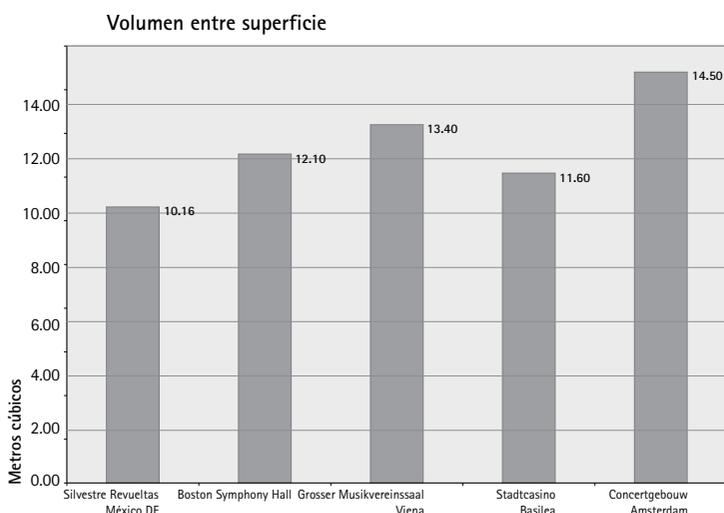
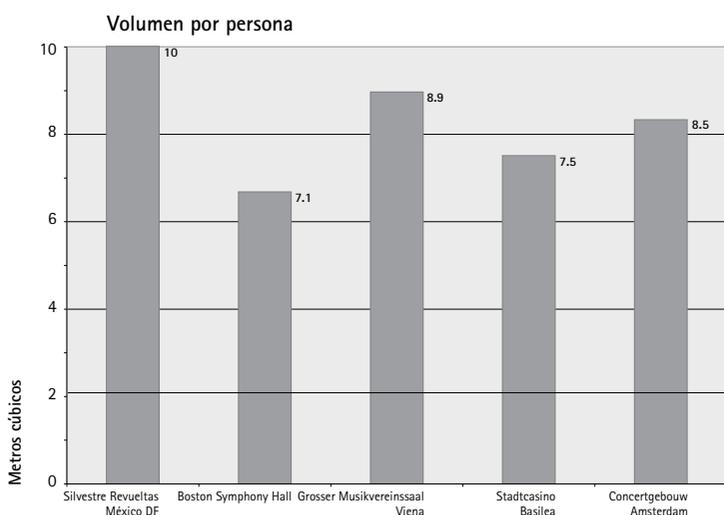
Cuando le escuchamos hablar de acústica parece eso, que todo surge por arte de magia. Por sus conceptos, podemos entender que es muy diferente la solución para un teatro que para una sala de conciertos, tanto en arquitectura como en acústica.



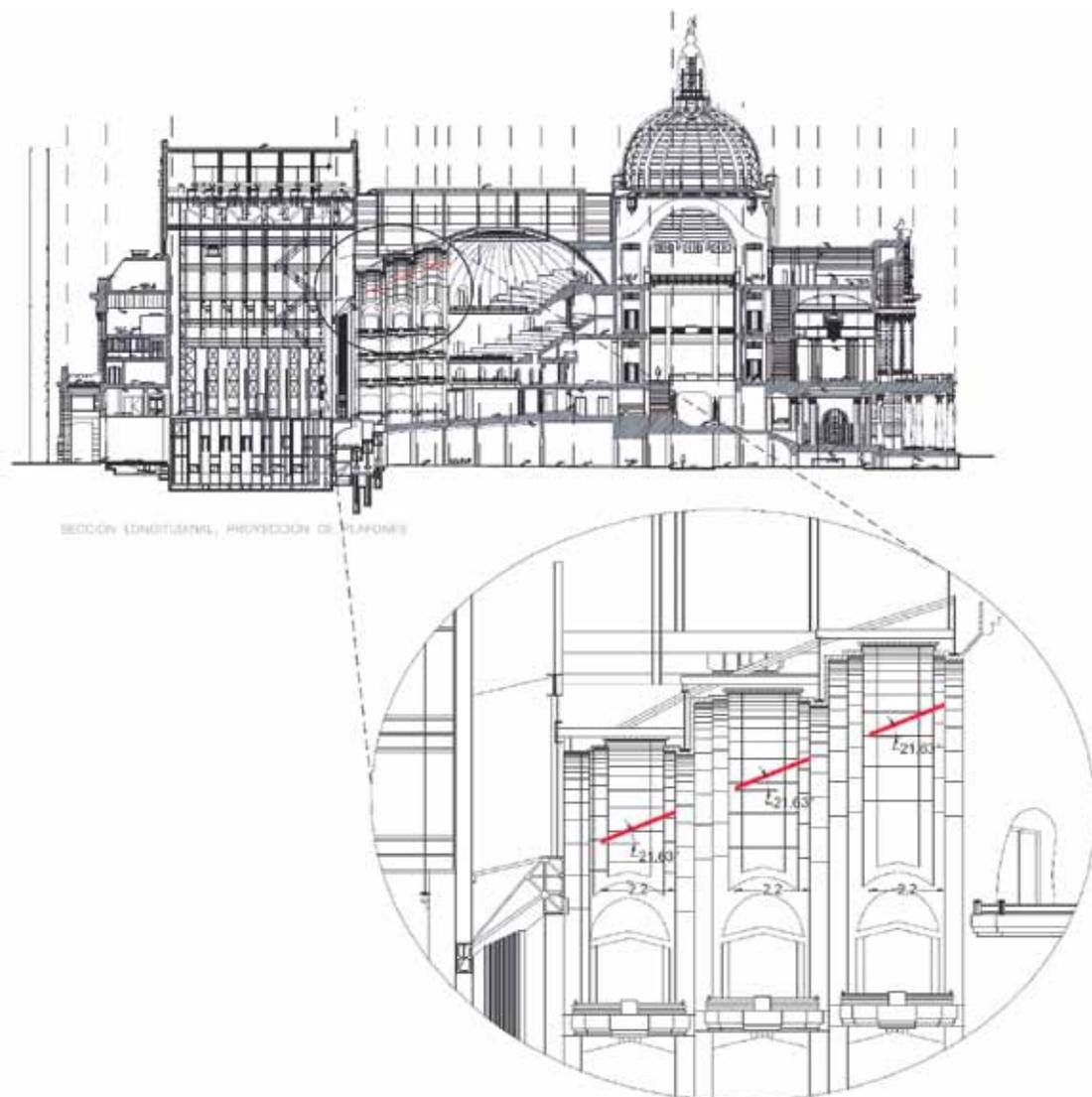
Sala Silvestre Revueltas en el Centro Cultural Ollin Yoliztli
Archivo Eduardo Saad



Eduardo Saad, proyecto acústico para la Sala Silvestre Revueltas
Archivo Eduardo Saad



Sí, lo que sirve para mucho no sirve para nada. Cuando se dice que una sala es de usos múltiples, es que no va a servir para nada, porque un teatro de sinfónica tiene diferentes requerimientos que uno de ópera, que necesita un foso de orquesta, camerinos, escenografía, tramoya y contraescenario para guardar la escenografía. Sin embargo, hay grupos de espectáculos que pueden combinarse; por ejemplo, música y ópera, pero cuando el espacio está diseñado para música sinfónica es imposible impartir conferencias, pues se requiere de una reverberación más baja y menor volumen en metros cúbicos. Con base en un análisis de los mejores teatros de sinfónica del mundo, podemos aseverar que se debe tener una capacidad para alojar entre 1 800 y 2 200 asistentes y 9m^3 de volumen por persona; se trata de espacios muy grandes porque requieren mucha brillantez (plenitud de tono), calidez acústica, direccionalidad y sonoridad, lo cual se logra con diseños especiales y materiales adecuados. En la ópera participan, además de tramoyistas y músicos, cantantes de primera, por lo que cambian muchas consideraciones. Ahora bien, debo aclarar que hay teatros que pueden adaptarse y servir para muchas actividades, bajando plafones o cerrando parte del teatro, pero es más caro y su éxito depende de la operación pues generalmente, al cambiar de administrador, el nuevo personal no sabe para qué sirven los elementos. Por ello es mejor usar teatros para cada tipo de actividad; por ejemplo, un teatro de comedia debe contar con capacidad para un máximo de 600 espectadores ya que la voz humana no alcanza para más; es necesario considerar la voz directa sin amplificador para tener presencia y direccionalidad. En el caso de la ópera se buscan cantantes extraordinarios que puedan llenar, por ejemplo, el Metropolitan Opera House, que cuenta con una capacidad de 3 600 plazas. Aquí el cantante debe ser reconocido y poseer mucha potencia de voz como Plácido Domingo o, en



Eduardo Saad, proyecto acústico para Bellas Artes

su momento, Luciano Pavarotti o María Callas. Los teatros de ópera deberían acoger a 1 700 espectadores solamente, pero por cuestiones de rentabilidad son más grandes, como la Ópera de la Bastille que tiene un cupo para 2 700 personas; en cambio, uno de sinfónica puede ser un poco mayor porque la orquesta tiene más potencia que la voz.

Es usted melómano de corazón, lo que sin duda le hace apreciar con mayor exigencia las salas para conciertos. En su opinión, ¿cuáles son las mejores salas en el mundo?

Me gusta mucho la que hizo a principios de 1900 Clemente Sabine, el Symphony Hall de Boston, que según Herbert von Karajan era el mejor teatro de conciertos del mundo. También el Concertgebouw de Ámsterdam, el Stadt-Casino de Basel en Suiza, y el Musikvereinsaal de Viena donde en el año nuevo se interpretan los vals de Strauss y la gente acude feliz porque lo llenan de flores y es muy festivo; son salas de fiesta más juveniles. Aquí en México somos muy respetuosos de la música sinfónica y por eso a los jóvenes no les gusta ir a las salas, parece muy serio cuando debería ser más relajado. Contamos con espacios espectaculares como la Sala Nezahualcóyotl que tiene características acústicas buenas; otras, como las de Guanajuato y Aguascalientes son excelentes; Bellas Artes fue hecho para ópera y recientemente entregamos una propuesta para mejorarla.

La Sala Nezahualcóyotl está sin duda entre las mejores de los años setenta. ¿Tuvo alguna intervención en el proyecto acústico?

Sí, participamos en parte... con Christopher Jeffy como asesor y en conjunto con los arquitectos Orso Núñez, Arcadio Artis y Manuel Medina. Formamos un buen equipo para hacer cálculos de acústica, diseño de plafones colgantes y aislamiento del aire





Orso Núñez, Arcadio Artis y Manuel Medina, Sala Nezahualcóyotl, Centro Cultural Universitario, UNAM
Fotografía: Armando Salas Portugal

acondicionado para evitar el ruido. Faltaron algunas cosas que todavía se pueden realizar, como poner puertas especiales que sellen bien y mejorar la absorción en el vestíbulo; existen tiras de madera ya montadas y sólo falta instalar el material absorbente. La acústica es excelente en algunas zonas de la Sala Nezahualcóyotl: el frente y arriba, aunque debo decir que no me gusta mucho la parte de atrás de la orquesta porque parece escucharse otro concierto. Los paneles de acrílico que se colgaron sirven para reflejar los sonidos y evitar ecos que dependen del tamaño de los sonidos relacionados con la longitud de onda; los paneles reflejan las frecuencias media y alta, que son excelentes. En ciertos lugares se pierden los tonos bajos, pero en general el sonido es muy claro y definido en casi toda la sala.

¿Para usted, qué otra sala en México es ejemplar por su buena acústica?

Me gusta mucho la sala de conciertos de Aguascalientes, en donde colaboramos con el arquitecto Abraham Zabludovsky. También las de Guanajuato y Tuxtla. Allí hicimos los proyectos acústicos, con dibujos, maquetas y cálculo, pero no he tenido la oportunidad de medirlos una vez terminados; en Tuxtla trabajamos con Cyril M. Harris, quien hizo el Metropolitan Opera House y el Avery Fisher Hall del Lincoln Center. También es interesante el del estado de Hidalgo: un auditorio como una arena que se cierra y modifica, a pesar de ser para usos múltiples. En el de Pachuca, "La gota de plata", se asesoró a Migdal Arquitectos, y es un espacio para 2 000 personas con acústica e isóptica excelentes. Aprecio que la gente se divierta en este tipo de sitios, que escuchen, se sientan a gusto y disfruten la música. Me preocupa cuando se habla de construir un teatro para varios usos; un teatro que sirve específicamente para lo que fue hecho dura más, como la Scala de Milán, que ya tiene más de 200 años y otros teatros antiguos que aún persisten. Al diseñar un teatro desde su concepción inicial sin una función determinada, se empieza a utilizar para otros fines; se vuelven ferias del hogar u oficinas, por lo que con el tiempo son demolidos.

Los proyectos merecen trabajo interdisciplinario para su desarrollo integral, ¿realmente se consulta a los especialistas?

Cuando se trata de gente profesional sí; en la actualidad es indispensable formar equipo con diseñadores, tramoyistas,

Los paneles de acrílico colgados en la Sala Nezahualcóyotl sirven para reflejar las frecuencias medias y altas, así como para evitar ecos

escenógrafos, técnicos en aire acondicionado, iluminación y por supuesto especialistas en isóptica y acústica. Ahora todos opinamos, el arquitecto ya no es el hombre orquesta que hace todo, sino que debe coordinar un equipo armónico. Como grupo tenemos un proyecto en mente, nos divertimos porque todos estamos intentando que salga bien. Es equivalente a realizar una sinfonía con albañiles, carpinteros y diseñadores, como si fuéramos una orquesta en la cual el arquitecto es el director. Conozco un proyecto que se acaba de terminar y no funciona. La gente no piensa en la iluminación o en el volumen adecuado, ni si hay o no ecos; suponen que se trata de una caja que va a funcionar con ayuda divina... es muy triste ver cómo se desperdicia tanto dinero. Existen bases, identificamos lo que funciona y lo que no, ya no se puede diseñar un templo de la música sin tomar en cuenta los aciertos y las fallas de experiencias anteriores.

En este sentido vale la pena reiterar que la tecnología debe ir de la mano del proyecto arquitectónico ¿Considera que se están tomando en cuenta los nuevos conocimientos de acústica en los proyectos actuales?

Desde la concepción deben considerarse varios aspectos para que la obra una vez terminada no requiera de arreglos o ajustes mayores. En México, si un teatro quedaba relativamente bien era cuestión de suerte; teatros antiguos, que funcionan parcialmente, no tienen un buen escenario, la isóptica es mala o se interrumpe con un pasillo plano transversal



Abraham Zabludowsky, Auditorio del Estado, Guanajuato, 1991
Archivo: Zabludowsky



Abraham Zabludowsky, Auditorio del Estado, Guanajuato, 1991
Fotografía: Timothy Hursley, archivo Zabludowsky



Jaime Varon, Abraham Metta, Alex Metta / Migdal Arquitectos, Teatro Auditorio Gota de Plata en el Parque Cultural David Ben Gurión, estado de Hidalgo, 2003-2005
Eduardo y Omar Saad (diseño de isóptica y acústica arquitectónica)
Fotografía: Werner Huthmacher, archivo Migdal Arquitectos

en medio del público y en consecuencia los de atrás ya no ven, se oye el ruido de camiones del exterior, etc., pero se piensa que la solución es instalar bocinas, lo que en realidad empeora la situación. Estamos acostumbrados a que en las aulas de primaria los dictados se escuchen muy mal, lo cual ocurre porque se trata de cajas duras con muros paralelos de materiales resistentes a los alumnos, pero no se consideran las características del espacio para la mejor transmisión del conocimiento. Todos lo hemos vivido: desde el kínder nuestras aulas han sido pésimas.

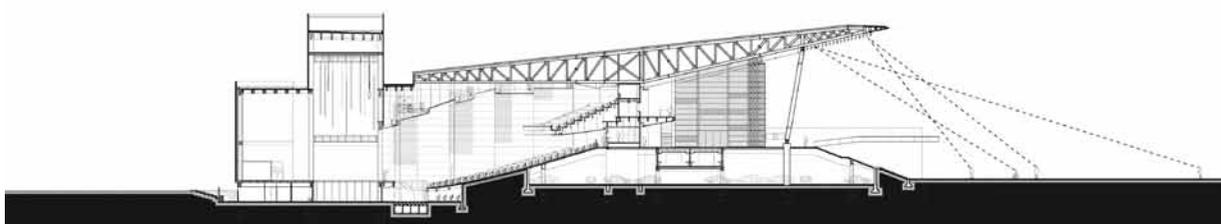
Queda claro que la acústica siempre está presente en nuestra vida cotidiana para bien o para mal, ¿en qué géneros de la arquitectura no se deben soslayar estos aspectos?

Estoy seguro de que en todo espacio en el que habitan los seres humanos se requiere de soluciones acústicas. Frecuentemente nos contratan para hacer hoteles y hospitales porque les preocupa la privacidad y el factor comodidad; que el equipo de aire no se note, que las voces y pasos de los huéspedes, visitantes y enfermos no molesten dentro de las habitaciones... En los hoteles se podrían tener menos quejas, mayor ocupación, cobrar mejor por el hospedaje y lograr que las personas regresen por sentirse cómodas. También nos contratan para eliminar ecos, reverberación, ruidos producidos por manejadoras de aire, enfriadoras y bombas de agua de los aires acondicionados e hidroneumáticos en salones de convenciones. Nos piden ayuda para suprimir o evitar ruidos de máquinas, ya que la mayoría de los técnicos que se dedican a esto creen que las máquinas deben estar atornilladas a la estructura, lo cual hace que el edificio vibre y se oiga todo. Es más barato montar desde el principio los equipos sobre bases adecuadas para que no transmitan vibración y ruido. En un edificio de oficinas sobre Paseo de la Reforma casi con Insurgentes, se instaló un transformador atornillado directamente al piso; los vecinos no podían dormir porque el zumbido era generalizado. Levantar el transformador no era posible porque se cortaba la electricidad y se corría el riesgo de romper la

cerámica donde estaban fijas las barras de cobre: no se pudo hacer absolutamente nada. Construir bien desde el principio es el mejor ahorro. También nos piden ayuda para estudios de grabación, televisión y salas de juntas con videoconferencias. En escuelas y facultades han solicitado nuestra asesoría para estudios de televisión, los cuales deben flotar y contar con pisos donde todo esté suspendido y evitar que ingrese el ruido como el taconeo, golpe de puertas, movimiento de muebles y vibración, transmitido a través de la estructura.

¿Qué recomendación nos podría dar sobre los temas relacionados con la acústica?

Hace falta que la industria esté más ligada a la universidad. La industria necesita investigar y mejorar sus productos, hacer patentes mexicanas y no depender tanto de las importaciones. Notamos que los vendedores deben conocer mejor cómo responden al sonido sus propios productos. Los fabricantes muchas veces inventan cualidades inexistentes; nosotros tenemos el laboratorio en donde podemos ayudarlos a mejorar sus productos y crecer juntos. Hemos probado varios tableros de yeso y descubierto muchas cosas, como por ejemplo que la fibra de vidrio Aishogar es mejor y más barata que la lana mineral, ya que aumenta el aislamiento en dos o tres decibeles. Sabemos que colocar postes más juntos, a 40 cm, aísla menos que separarlos 60 cm; hemos investigado que postes de calibre 20 aíslan menos que los de 26, que son más ligeros. La asesoría no es cara porque se ahorra mucho en materiales. Lo mismo ocurre con una ventana bien diseñada: se ahorra muchísimo dinero. En un edificio que acaban de terminar, en el que colocaron cristales gruesos y ventanas corredizas, de nada sirven los cristales aislantes si existen huecos. Hay que poner ventanas abatibles que cierran, cremalleras que sellan bien y hules en lugar de felpa. Es así como van a ser más eficientes térmica y acústicamente. Esto se lo recomendamos a los alumnos y arquitectos, ellos serán quienes apliquen los resultados de las investigaciones que llevamos a cabo en el laboratorio.



Sección longitudinal (Isóptica)



La Gota de Plata
Fotografía: Werner Huthmacher, archivo Migdal Arquitectos

Durante sus años de docencia ¿cómo ha cambiado su ejercicio, y qué requeriría su materia para ser más práctica?

A lo largo de los años ha cambiado mucho la didáctica y la forma de dar clases, puesto que ahora contamos con computadoras, cañones de proyección e internet. Llevo 50 años como profesor y siempre me han asignado maestros adjuntos, la mayoría alumnos míos; más tarde ellos tomaron sus propios grupos... yo los ayudo de la misma manera que a mí me ayudaron los que me precedían. Los estudiantes muestran mucho interés: los llevamos al laboratorio en el cual emitimos sonidos con diferentes tonos, les mostramos materiales que los absorben, les presentamos cuestiones prácticas y experimentos para que vean y escuchen lo que se siente con o sin ellos. Les enseño a usar los oídos como instrumentos de medición acústica, a

detectar longitudes de onda, qué es un eco y para qué sirven los muros flotantes... creo que esto los motiva. He notado que mientras más práctica es la clase y más ejercitan su audición, más asisten, muestran mayor interés y por ende tienen mejor rendimiento. Estoy muy contento pues he formado muchos arquitectos que me han hecho el favor de asistir a mis clases.

Notas

- 1 Instituida en 1984, la Cátedra Extraordinaria Federico E. Mariscal se otorga a profesionales de la arquitectura en México, en este caso es un reconocimiento al desempeño como especialista en acústica.
- 2 Ingeniero en acústica, profesor en el Instituto Tecnológico de Massachusetts y cofundador en 1948 de Bolt Beranek and Newman (en sociedad con Leo Beranek y Richard Bolt), en Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.