

representantes ante las Terceras Jornadas Latinoamericanas de Acústica fomentadas por el Grupo de Acústicos Latinoamericanos (G.A.L.A.) y al cual pertenezco.

Hago propicia la ocasión para hacer llegar a Ud. comunicación del Secretario Ejecutivo del evento y la cual lleva anexo copia de los trabajos mimeografiados presentados.

Agradecido a vuestra atención, soy de Ud. atentamente s.s.

Arq. *Juan Marichal Linares*

\* \* \*

## EL ARQUITECTO Y LA ACUSTICA

*Trabajo presentado por Juan Marichal Linares, Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas, Arquitecto de la Universidad Central de Venezuela, Profesor de la Cátedra de Acústica Arquitectónica de dicha Universidad y Delegado de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales en dichas Jornadas.*

Los dos sustantivos que forman el título de este ensayo indican, por una parte: al profesional artífice necesariamente dedicado al ideal de la concepción y realización de edificaciones bellas, cómodas y apropiadas para el alojamiento del hombre en su diversa actividad. Por otra parte, el segundo sustantivo corresponde a una rama de la ciencia, con ese título, tan general, "Acústica", en el que se encierran todos los conocimientos contenidos en cada uno de los tres procesos del sonido que van en el eje *generación-transmisión-percepción* y paralelamente con la consideración de todos los procedimientos para modificar, en pro o en contra, a esos procesos.

La Acústica mantenida en la mente como la *combinación consensu* de eje, procedimientos, manipulación y adecuación del sonido, representa una colaboración formidable al ideal del arquitecto. Por consiguiente, es evidentemente lógico que el arquitecto esté emplacedo dentro del proceso, desde su comienzo, en la consideración de cada uno de los tres elementos del eje clave del sonido, que aquí repetimos: *generación-transmisión-percepción*, por lo que concierne a la realización de los proyectos que ha de desarrollar.

Analicemos sucesivamente los tres elementos del eje de una manera que será concisa, pero aunque a la vez sea suscita, no va a olvidar lo primordial. El análisis siempre contemplará la participación del arquitecto dentro de los problemas que se presentan y su resolución, que casos hay en que de él sólo depende la que conviene. Se advierte que se mencionarán cosas conocidas, familiares, tanto al especialista acústico como al arquitecto. No se pretende, en este ensayo, sino filosofar, buscar la verdad de la presencia del arquitecto dentro de "La Acústica" y repetimos manteniendo en la mente la *combinación consenso* concebida. Al arrancar en el análisis nos damos cuenta de que todo lo que interesa en un principio no es auspiciar, sino por el contrario combatir al sonido exterior, en realidad, al complejo de frecuencias disímiles que llamamos ruido y así lo vemos a lo largo de lo que se explica.

*Tenemos en primer término a:*

### *EL ARQUITECTO Y LA PRODUCCION DEL SONIDO*

Para la circunstancia del ruido exterior cabe citar como primera consideración la actitud clásica del Arquitecto Urbanista en que enfrentándose a los niveles de ruido típico a producirse en lo que proyecta se obliga al establecimiento de zonificación, a disciplinas en la vialidad y al juego de distancia, a la designación de retiros, etc. En definitiva no puede dejar de aceptar la producción de ruido, pero trata de alejar de él las zonas residenciales.

También ante el ruido exterior, y ya dentro de un urbanismo como el concebido ideal, o escuetamente ante la ciudad como esté y ya no tan ideal, sucede que el arquitecto ha de enfrentarse ante ese ruido y acudir a las medidas favorables posibles como son:

- Lejanía al tránsito automotor, ferrocarrilero, aéreo.
- Situación más favorable de la edificación en la parcela.
- Aprovechamiento de las circunstancias topográficas.
- Arboleda.
- Dirección del viento.

También en este caso el arquitecto se enfrenta al ruido, lo acepta como se produce; pero dentro de lo posible adopta defensas en su contra.

En las dos acepciones citadas del arquitecto urbanista en su ciudad y del arquitecto en su parcela, aunque no pueden eliminar la

generación del ruido, sin embargo, no son pasivos ante las consecuencias de esa generación y toman medidas convenientes. No obstante puede cooperar en la eliminación parcial de la producción del ruido interviniendo en las usuales campañas contra el ruido urbano que fomentan las Municipalidades y las reglamentaciones consiguientes.

Hasta ahora las soluciones en la decisión del problema ante la generación del ruido ha implicado, puede decirse, que son de la competencia del profesional arquitecto.

Superadas las consideraciones anteriores y continuando en el proceso arquitecto y generación de ruido, viene a considerar esa generación ya dentro del proyecto de la edificación que le corcierne. Es lógico que proceda en esta forma, a saber:

- I.—Listado de ambientes de acuerdo al programa de exigencias.
- II.—Destacar en ese listado los sitios productores de ruido: Estación de bombeo, planta eléctrica, ascensores, sala de aire acondicionado y equipos dispersos, lavandería, cocina, elementos de sistema para basura, etc.
- III.—Elaboración de la distribución arquitectónica de rutina estableciendo lejanía entre los ambientes generadores de ruido destacados y los ambientes normales de uso.
- IV.—Darse por enterado de las posibilidades de medios para atenuar la producción de ruido en los ambientes destacados: suspensión y apoyos elásticos, control de vibración, aislación, selección del equipo mismo.

En definitiva el arquitecto continúa con la técnica de distanciar al ruido aunado al recurso de atenuar su producción por medios mecánicos. Para éstos le es aconsejado la consulta a especialistas en la materia.

En general la actitud del arquitecto en todas las etapas descritas, es y ha sido desde antes de Marcos Vitrubio hasta nuestros días, la de como podemos decir: “Aléjate del ruido y serás feliz”.

*Veamos ahora a:*

### *EL ARQUITECTO Y LA TRANSMISION DEL SONIDO*

Si ya el arquitecto en su diseño tiene al ruido distanciado y atenuado, le interesa ahora continuar con la atenuación del mismo en su etapa de transmisión. Debe tomar precauciones que son siempre obstáculos y que puedan resumirse en cinco, a saber:

- 1) Evitar la comunicación vía aire entre la fuente de ruido y los ambientes de uso.
- 2) Aislamiento físico del ambiente de fuente del ruido; paredes y losas masivas. Posibilidades de asentar equipos sobre el piso natural en planta baja o sótano.
- 3) Especulación con juntas de construcción.
- 4) Técnica general de aislamiento al ruido en paredes y losas.
- 5) Absorción de superficies.

Estas cinco recomendaciones actúan de control contra el ruido propio o interior transmitido en la edificación y conducen a una entrega atenuada en los ambientes de uso del hombre.

Las precauciones se complementan con la elección adecuada de paredes y vanos exteriores contra el ruido exterior. Es clásico el cómputo de nivel del ruido que se introduce en función del nivel de ruido exterior y de la extensión de paredes y vanos con los espesores que se atribuyen. Si lo introducido no es tolerable puede obligar a cambios de materiales o de espesores o de ambas cosas y aún de la magnitud del ventanaje.

La sumatoria de los ruidos interior y exterior, dentro del ambiente, ajenos a él, no deberá superar al nivel de ruido tolerable o propio de su operación, como lo indican para ello listados de todos conocidos.

El arquitecto comprende que fácilmente puede atender a resolver lo indicado en las cinco recomendaciones por su propia iniciativa. Es prudente, por otra parte, que con relación al ruido exterior deba hacer consulta en cada caso.

### *EL ARQUITECTO Y LA PERCEPCION DEL SONIDO*

Si nos referimos a la etapa final del eje, la de la percepción del ruido, nos damos cuenta que todo lo hecho en las etapas anteriores es para el ideal de que no se perciba, para que en el ambiente de uso no penetre ruido ajeno. Se ha llegado a una etapa contra ese ruido ajeno.

Pero el asunto no termina allí. Ahora se trata del sonido dentro del ambiente, con la misma estructura eje de generación-transmisión-percepción.

El sonido se genera dentro del ambiente, se refleja en las superficies limitantes y persiste; los circunstantes lo perciben continuada e insistentemente. Aparece en el ambiente lo que todos conocemos como el sajonismo reverberación, con sus características de incomodidad y confusión en la percepción si es que no se controla.

El arquitecto ya habrá clasificado los ambientes según su uso. De acuerdo al uso toma las medidas para que en ellos se tenga la reverberación acertada, o para ser más preciso para determinarle tiempos de reverberación correctos.

Habrán usos en que se tenderá al tiempo muy breve, como por ejemplo, un cuarto de hospitalización, un dormitorio. La elección del tiempo breve, que ha implicado generosa participación de materiales absorbentes, ha hecho que lo percibido no resalte sobre la quietud lograda contra los ruidos ajenos.

Habrán otros usos en que el tiempo será más largo y adecuado para la percepción de la locución con la mayor inteligibilidad.

Otros casos serán más complicados, pues no basta la implantación de un tiempo de reverberación adecuado, pues si a ello sólo acudimos resultan con una sonoridad en la percepción pobre, como el de oír claro pero débilmente. Se hace necesario que el ambiente tenga planos reflejantes. Es, por ejemplo, un salón de clase.

Por último, si pasa a mayores, el arquitecto se encuentra con el caso del auditorio, que son generalmente de algún apreciable cupo, o el caso del teatro. Debe adoptar tiempo de reverberación según el uso y planificar reflexiones sobre el público, en pro de la mayor sonoridad en la percepción.

El asunto puede complicarse aún más, aunque no tan frecuente si se trata de un gran auditorio para uso específico como es el auditorio para ópera y para música sinfónica. Conviene lograr un tiempo de reverberación acertado, más largo que para la locución y una disposición de planos reflejantes de un efecto equitativo sobre el público. Además cuidar de otros aspectos exquisitos, como por ejemplo, el tiempo del primer intervalo de reflexión y la rata entre los sucesivos.

Y ya que del tiempo de reverberación se ha hablado como elemento a participar en el asunto, en la fórmula, la de Wallace C. Sabine, de Harvard, que dice:

$$T_{60} = \frac{1.73 V}{10.76 \sum \alpha s}$$

o en el aspecto en que otros la han transformado, se tiene que la característica de volumen del ambiente va en el numerador, es decir, que el tiempo de reverberación aumenta con el volumen. Y no es el caso pensar, que porque los sabines de la absorción (el producto de áreas por coeficientes de absorción), o sea, porque esos sabines estén en el denominador, se pueda acudir a aumentar el área y el correspondiente coeficiente de absorción, a fin de contar con eso para compensar un volumen inadecuadamente grande. En definitiva la característica de volumen que para un ambiente pequeño no va a mandar categóricamente en el tiempo de reverberación, si es un elemento dominante si se trata de un auditorio.

En lo que se ha expresado en este ensayo he ido viajando de la mano con el arquitecto a lo largo de su presencia y participación del aspecto acústico en su proyecto. Se desprende del viaje una consecuencia fundamental para el arquitecto, un compromiso ineludible, y ello es: Que se ha de tener en cuenta el cuidado acústico desde un principio, aún antes de hacer esquemas y conservar la misma tónica a lo largo del proyecto. Da resultado beneficioso al hombre en el ambiente en que actúa, trabaja y vive.

Al respecto del cuidado acústico se tiene que es improcedente proyectar, y peor aún construir, para luego corregir. En muchas ocasiones la corrección no es posible y no quiero que ninguno de mis colegas sufra la mortificación de no haber cumplido lo que debía atender en su proyecto.

Les agradezco la atención con que han escuchado el anterior comentario. Gracias.