

# PLAN ANUAL DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS

**ASIGNATURA:**

**INGENIERIA ACUSTICA: FUNDAMENTOS TEORICOS Y APLICACIONES**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL - UTN FRBB**

**PROFESOR: ING. MARTIN EDUARDO SEQUEIRA**

## **1. Análisis de la asignatura**

La *acústica* es la ciencia que estudia los diversos aspectos relativos a la física del sonido, particularmente los fenómenos de generación, propagación y recepción de la energía sonora, en forma de ondas vibratorias, así como los efectos que dicha energía pueda producir.

Los primeros estudios sobre fenómenos acústicos provienen de la Antigua Grecia. A partir de esto y a lo largo de la historia se fueron conformando las bases de la acústica física, hasta que en el siglo XIX, Lord Raileigh publica en 1886 su trabajo *The Theory of Sound* (reeditado en 1945 por la editorial Dover en N.Y.). Este trabajo recopila y sienta las bases de la acústica del siglo XX. Durante el siglo XX, las nuevas tecnologías que iban apareciendo (electrónica, informática, procesado de señal) han favorecido el nacimiento y evolución de distintas líneas asociadas a la acústica, hasta el punto que hoy en día podemos distinguir dichas actividades específicas dentro de la denominación genérica de *ingeniería acústica*. Es decir, la ingeniería acústica responde a la evolución que ha experimentado esta ciencia variando desde la acústica física inicial a la ingeniería que es en la actualidad, habiéndose complementado con nuevas áreas de interés: acústica musical, acústica arquitectónica, acústica ambiental, acústica submarina, aplicaciones médicas, psicoacústica, entre otras. En tal sentido, la acústica tiene un carácter fuertemente *multidisciplinario* ya que sus incumbencias abarcan cuestiones que van desde la física pura hasta la biología y las ciencias sociales.

En general la ingeniería acústica, se especializa en estudiar el sonido en el rango de frecuencias de los 20 Hz a los 20 kHz, que es el rango característico de audición del ser humano. Pero existen también especialidades dentro de esta misma ciencia que estudian el sonido que se encuentran fuera del rango de la audición. Las componentes frecuenciales que quedan por debajo del límite inferior reciben el nombre de infrasonidos y aquellas que superan el umbral superior se denominan ultrasonidos. Estos últimos presentan muchas aplicaciones en la minería y geología entre otras ciencias.

A continuación se mencionan algunas de las disciplinas dentro de la ingeniería acústica que actualmente se encuentran en pleno estudio y que son desarrolladas en la asignatura:

- **Control de ruido:** El ruido se define como un sonido no deseado. A partir de esto, podemos definir a la *contaminación sonora* se como cualquier ruido que produzca molestia o que resulte excesivo durante las actividades que realizamos, comprometiendo la salud de las personas y también el confort acústico en las viviendas y lugares de trabajos. En tal sentido, el control de ruido contempla el conjunto de medidas ingenieriles, técnicas y administrativas que tienen como objetivo adecuar los niveles de ruido según la legislación vigente en cualquiera de los ámbitos de la sociedad. Podemos distinguir diversos campos de aplicación. En particular, vamos a enfatizar los siguientes:

**Ruido urbano:** Se compone de los diferentes ruidos que podemos encontrar en nuestras ciudades: fuentes de ruido industrial, fuentes de original vehicular (automóviles, transporte de pasajeros y de carga, etc.), redes ferroviarias (trenes), aeropuertos (aviones), construcción de obras de infraestructura y todos los servicios y actividades propias de las ciudades. Este tipo de contaminación puede provocar efectos acumulativos adversos, como daño auditivo, estrés, pérdida de la concentración, interferencia con el sueño, entre otros. En muchos casos, también genera pérdidas en el valor de la propiedad cuando ésta se halla en una zona con alta contaminación acústica (por ejemplo en cercanías de aeropuertos o complejos industriales).

En general, las ciudades se dividen en zonas que permiten que los habitantes puedan vivir en áreas definidas de la ciudad, destinando las zonas más apartadas para la instalación de industrias ruidosas y, por ejemplo, los aeropuertos. Sin embargo, el rápido crecimiento de algunas ciudades, sumado en muchos casos a una mala planificación urbana, ha provocado que la gran mayoría de los habitantes estén expuestos a altos niveles de ruidos molestos. Si a este problema le añadimos la contaminación atmosférica, de las aguas, la sobrepoblación, etc. El resultado es que la calidad de vida en las grandes ciudades ha empeorado y seguirá por este camino si no se toman medidas adecuadas.

En tal sentido, para mitigar los efectos negativos del ruido urbano, es necesario, en primer lugar, implementar políticas que exijan, con mayor rigurosidad, estudios de impacto ambiental a todo nuevo proyecto. En segundo lugar, es necesario el desarrollo de modelos de predicción de ruido que entreguen resultados acordes con los límites establecidos en cada comunidad. Finalmente, se debe recurrir al control de las distintas fuentes contemplando todas aquellas medidas técnicas que permitan minimizar la generación y/o propagación del ruido en los distintos ámbitos analizados (diseño de barreras acústicas naturales y artificiales, técnicas de control de ruido de tráfico en general, etc).

**Ruido industrial:** Está invariablemente asociado a los procesos productivos. Por un lado, se trata de un problema ocupacional que afecta a los operarios de las plantas industriales y por el otro, se trata de un problema urbano cuando la emisión sonora de las industrias afecta zonas aledañas urbanizadas. El ruido industrial puede producir importantes lesiones auditivas, así como trastornos psicológicos en los operarios. Puede provocar accidentes al enmascarar señales sonoras de alerta. En los sectores de oficinas, el ruido proveniente de la maquinaria puede afectar el desarrollo normal de las actividades laborales, por perturbar los procesos de concentración necesarios. Además, puede generar importantes pérdidas económicas. Los casos de compensación, como resultado de lesiones auditivas implican demandas millonarias.

El enfoque más eficiente para evitar situaciones indeseadas de contaminación acústica en ambientes industriales es el diseño acústico como un aspecto inherente al proyecto completo de la planta. Sin embargo, esta actividad no siempre se contempla adecuadamente pudiendo aparecer, una vez construida y puesta en marcha una planta, problemas de contaminación no previstos. En tales casos el control de ruido se basa primeramente en un procedimiento de diagnóstico, es decir, en la determinación inicial de los niveles de ruido a los efectos de identificar los sectores problemáticos en base a criterios técnicos y legislación vigente. Entonces pueden realizarse modificaciones adecuadas en dicha organización, de manera de minimizar los tiempos de exposición de los operarios a ruidos excesivos y deben establecerse medidas de seguridad complementarias. Sin embargo, estas medidas pueden tornarse insuficientes, requiriéndose técnicas de control ingenieriles que permitan llevar las características del

ruido a niveles aceptables. Básicamente, existen tres componentes principales donde es factible aplicar dichas técnicas: la fuente sonora, el camino de propagación y el receptor. El correcto diseño de una solución óptima se basa en una evaluación integral de cada uno de los componentes mencionados.

- **Acústica arquitectónica:** Es otro campo de gran importancia dentro de la ingeniería acústica. Esta disciplina se puede dividir en dos ramas bien diferenciadas:

**Aislamiento acústico:** Se refiere al conjunto de acciones encaminadas a la obtención de una correcta atenuación en la transmisión de ruido entre los diferentes espacios que integran un edificio. Para ello, debe tenerse un buen conocimiento de las vías de propagación del sonido y que acciones son factibles para controlar la transmisión por cada una de ellas. Este campo es importante para lograr un confort acústico adecuado principalmente en edificios de propiedad horizontal.

**Diseño o acondicionamiento acústico:** Consiste en la definición de las formas y revestimientos de las superficies interiores de un recinto con el objeto de conseguir las condiciones acústicas más adecuadas para el tipo de actividad a la que se haya previsto destinarlo. Esta temática, si bien complementaria a la anterior, es conceptualmente distinta.

El diseño de espacios destinados a la palabra y a la música (auditorios, teatros, salas de concierto, salas de conferencias, aulas, etc.) es muy importante para que la sala pueda cumplir con la función que pretende. La obtención de una correcta inteligibilidad de la palabra es imprescindible en todos aquellos recintos donde la comprensión del mensaje oral sea de capital importancia (salas de conferencias, aulas, teatros, etc.). En particular, en salas destinadas a actividades teatrales se plantea un objetivo adicional, consistente en lograr que la sonoridad, indicativa del grado de amplificación producido por la sala, sea suficientemente elevada. Por su parte, el diseño de salas destinadas a la interpretación musical es, sin lugar a dudas, el más complejo desde el punto de vista acústico. No existen metodologías preestablecidas cuya utilización permita garantizar, a priori, la calidad acústica de esta clase de recinto. Además, en un sentido estricto, cada tipo de música requiere un recinto con unas características acústicas específicas y diferenciadas.

- **Acústica numérica:** A los efectos de estudiar en profundidad los campos presentados, resulta ventajosa la utilización de herramientas de análisis que permitan realizar esta tarea de una manera más precisa y detallada. En tal sentido, los *métodos numéricos* se han convertido en un soporte fundamental para la ingeniería acústica. En la actualidad, el incremento de la potencia de cálculo de los programas de simulación y las mejoras en los algoritmos de cálculo, representa un avance significativo en la modelización de los diversos fenómenos acústicos en distintos ambientes, tanto en la fase de diseño como en la fase de análisis. En la fase de diseño, constituyen una herramienta extremadamente útil, al facilitar la toma de las decisiones en función de las posibles soluciones ingenieriles de acuerdo al problema a evaluar. En la fase de análisis, permiten predecir con un elevado grado de fiabilidad cuál será el comportamiento acústico final, a partir de la solución propuesta.

A partir de lo expuesto, se espera que la asignatura sirva para aumentar el grado de sensibilización hacia la acústica, a la vez que sea útil para concienciar sobre su carácter multidisciplinario y sobre la importancia y trascendencia que el entendimiento y control del ruido medioambiental y del diseño acústico tienen en la calidad final de la vida

cotidiana de las personas. Sólo así será posible que la ingeniería acústica adquiera el protagonismo que se merece en el contexto de planificación de cualquier proyecto ya desde sus primeras etapas de gestación.

## **2. Análisis de los objetivos**

La asignatura pretende introducir al estudiante sobre los problemas básicos de la ingeniería acústica, profundizando sobre los fundamentos de la acústica aplicada, el impacto del ruido en el ser humano y en el medio ambiente y las técnicas para su evaluación y control. Procura concientizar sobre la problemática del ruido en ambientes urbanos, laborales e industriales a través de la comprensión de la importancia social de los mismos, las soluciones tecnológicas que le dan respuesta y el impacto que estas producen. Es importante que el estudiante comprenda que el problema es multidisciplinario y que es necesaria una visión integral a la hora de analizar, interpretar y proponer soluciones adecuadas.

La asignatura está orientada a facilitar herramientas de análisis y cálculo para entender y afrontar situaciones donde el sonido es excesivo y proponer soluciones acordes de diseño y/o reducción del impacto acústico.

## **3. Análisis de los contenidos**

El contenido y planificación de la asignatura debe proporcionar al estudiante los conocimientos básicos que le permitan interpretar adecuadamente las repercusiones, a nivel acústico, que se puedan derivar de sus planteamientos en la fase de planificación y diseño de cualquier proyecto desde su etapa de gestación, manteniendo en todo momento una perspectiva ingenieril.

Dentro del contexto total del programa, se consideran los siguientes temas fundamentales:

- Fundamentos básicos de la acústica física.
- Acústica arquitectónica. Propiedades de los campos acústicos en recintos.
- Acústica medioambiental. El ruido y la planificación urbana.
- Mecanismos de control del ruido en espacios interiores y exteriores.

## **4. Metodología**

El desarrollo de la materia se hará sobre una base teórico-práctica con participación activa de los alumnos. Ambas, teoría y práctica, se integran en una relación bidireccional, en la que el conocimiento no se adquiere, sino que se construye en el proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de una adecuada selección de ejemplos que aborden problemas reales y actuales. El desarrollo de la materia consistirá en la aplicación de distintas estrategias:

- Clases teóricas de introducción a los distintos temas.
- Apuntes de las distintas unidades.
- Clases prácticas donde se confirmará, mediante ejemplos concretos, la teoría presentada en las clases teóricas.

Asimismo, la metodología de enseñanza estará apoyada por distintos programas de simulación y por la utilización de instrumental de medición.

## **5. Evaluación**

La condición de cursado de la materia será según el cumplimiento del régimen vigente y mediante la aprobación de dos exámenes parciales. En caso de no aprobar alguno de los dos exámenes, hay una única instancia de recuperación.

Calificación numérica de 1 a 10 puntos. Aprobación: 6 puntos.

### Condición para regularización:

Asistencia según régimen vigente.

100 % de TP y exámenes parciales con calificación mínima de 4 puntos.

Para aprobar la materia el alumno deberá rendir un examen final.

### Condición de aprobación directa:

Condición de regular.

Aprobación de trabajos prácticos y exámenes parciales con nota mínima de 6 puntos.

Agosto de 2019

Ing. Martín E. Sequeira