

MÓDULO 4. PSICO ACÚSTICA Y PERCEPCIÓN AUDITIVA

La psico acústica es la parte de la acústica que estudia cómo el ser humano percibe el sonido. Mientras la acústica física analiza el sonido como onda, frecuencia y presión, la psico acústica analiza cómo ese sonido es interpretado por el oído y el cerebro.

Esto es muy importante porque en ingeniería acústica no basta con medir un sonido; también hay que entender cómo lo siente una persona. Un sonido puede tener un nivel moderado en decibelios y aun así ser muy molesto, o puede tener un nivel relativamente alto pero percibirse como aceptable según el contexto.

4.1. FUNCIONAMIENTO DEL OÍDO HUMANO

El oído humano es el sistema encargado de captar las ondas sonoras, transformarlas en impulsos nerviosos y enviarlas al cerebro para su interpretación.

Partes principales del oído

El oído se divide en tres partes:

a) Oído externo

Está formado por:

- pabellón auricular,
- conducto auditivo.

Función

Su función principal es captar las ondas sonoras del ambiente y dirigirlas hacia el tímpano.

Ejemplo: Cuando una persona escucha una voz, el oído externo recoge esas vibraciones del aire y las conduce hacia el interior del sistema auditivo.

b) Oído medio

Está formado por:

- tímpano,
- huesecillos: martillo, yunque y estribo.

Función

El tímpano vibra cuando llegan las ondas sonoras. Luego, los huesecillos amplifican esas vibraciones y las transmiten al oído interno.

Ejemplo: Si escuchas un golpe fuerte en una puerta, el sonido hace vibrar el tímpano y esa vibración pasa a los huesecillos, que la transmiten hacia zonas más internas del oído.

c) Oído interno

Aquí se encuentra la cóclea, que tiene líquido y células sensoriales especializadas.

Función

Convierte las vibraciones mecánicas en señales eléctricas que viajan por el nervio auditivo al cerebro.

Ejemplo: Cuando escuchas música, en realidad tu cerebro no “recibe sonido” directamente. Lo que recibe son impulsos nerviosos producidos por la cóclea a partir de las vibraciones.

¿Qué hace el cerebro?

El cerebro interpreta esas señales y les da significado:

- reconoce palabras,
- diferencia voces,
- identifica direcciones,
- detecta si algo es agradable, molesto, peligroso o familiar.

Idea importante: El oído capta el estímulo, pero la percepción final ocurre en el cerebro.

Aplicación en acústica

Por eso dos personas pueden reaccionar de forma diferente ante el mismo ruido:

- una puede tolerarlo,
- otra puede sentirlo muy molesto.

4.2. PERCEPCIÓN DEL SONIDO

La percepción del sonido es el proceso por el cual una persona interpreta y da significado a un estímulo auditivo.

¿Por qué no basta con medir dB?

Porque el sonido no se experimenta solo como una magnitud física. También influyen:

- la frecuencia,
- la duración,
- el contexto,
- la atención,
- la experiencia previa,
- el estado emocional,
- y la sensibilidad individual.

Ejemplo claro

Un sonido de 50 dB puede percibirse de manera muy distinta según la situación:

- en una biblioteca puede parecer molesto,
- en una cafetería puede parecer normal,

- en una avenida puede parecer muy bajo.

Factores que influyen en la percepción

- intensidad del sonido,
- frecuencia,
- duración,
- repetición,
- previsibilidad,
- significado del sonido,
- control que la persona tenga sobre la fuente.

Ejemplo aplicado

El sonido constante de un aire acondicionado puede llegar a ser ignorado por algunas personas después de un rato. Pero un goteo irregular más débil puede resultar más molesto porque llama más la atención.

Idea central: La percepción auditiva no es solo física, también es psicológica y contextual.

4.3. SONORIDAD, TONO Y TIMBRE

Estos son tres conceptos fundamentales de la percepción auditiva.

4.3.1 SONORIDAD

La sonoridad es la sensación subjetiva de qué tan fuerte o débil se percibe un sonido.

Importante

No es exactamente igual al nivel en decibelios. Dos sonidos con el mismo nivel físico pueden no percibirse igual de fuertes si tienen distintas frecuencias.

Ejemplo

Un sonido de 1000 Hz a 60 dB puede sentirse más fuerte que uno de 100 Hz también a 60 dB.

¿Por qué?

Porque el oído humano no tiene la misma sensibilidad para todas las frecuencias.

Ejemplo cotidiano

Un pitido agudo moderado puede parecer más intenso que un zumbido grave al mismo nivel.

Aplicación

La sonoridad es esencial cuando se diseña confort acústico, alarmas, señales auditivas o entornos de trabajo.

4.3.2 TONO

El tono es la cualidad perceptiva que permite distinguir si un sonido es:

- grave,
- medio,
- agudo.

El tono se relaciona principalmente con la frecuencia:

- baja frecuencia = tono grave
- alta frecuencia = tono agudo

Ejemplos

- Un tambor grande produce tonos graves
- Un silbato produce tonos agudos
- Una voz masculina suele ser más grave que una femenina

Ejemplo claro

Si tocas las teclas graves y luego las agudas de un piano, aunque todas sean notas musicales, percibirás tonos diferentes por la diferencia de frecuencia.

Aplicación

El tono influye mucho en cómo se percibe un ambiente acústico. Ciertos tonos agudos o muy marcados pueden resultar más penetrantes y molestos.

4.3.3 TIMBRE

El timbre es la cualidad que permite diferenciar dos sonidos aunque tengan:

- el mismo tono,
- y la misma sonoridad.

Lo produce la composición armónica del sonido, es decir, la mezcla particular de frecuencias que acompaña a la frecuencia principal.

Ejemplo

Si una guitarra y un piano tocan la misma nota con igual intensidad, puedes distinguirlos porque tienen diferente timbre.

Otro ejemplo

Puedes reconocer la voz de una persona conocida aunque no la estés viendo. Eso se debe al timbre de su voz.

Aplicación

El timbre es muy importante en:

- acústica musical,
- reconocimiento del habla,
- calidad sonora,
- diseño de alertas y señales.

4.4. CURVAS DE IGUAL SONORIDAD

Las curvas de igual sonoridad muestran que el oído humano no percibe todas las frecuencias con la misma intensidad.

Indican qué nivel físico necesita un sonido en cada frecuencia para ser percibido con la misma sonoridad que otro sonido de referencia.

Idea clave

El oído es más sensible a frecuencias medias, especialmente aproximadamente entre 2 kHz y 5 kHz.

Es menos sensible a frecuencias muy graves y muy agudas.

Ejemplo sencillo

Un tono de 100 Hz y uno de 1000 Hz no se perciben igual aunque ambos estén a 40 dB.

Para que el tono grave se sienta tan fuerte como el de 1000 Hz, generalmente necesita más nivel físico.

Ejemplo práctico

Un zumbido grave de ventilación puede requerir más decibelios para sentirse tan fuerte como una alarma aguda mucho más penetrante.

¿Por qué es importante?

Porque ayuda a entender:

- por qué algunas alarmas usan frecuencias medias-altas,
- por qué ciertos ruidos graves “se sienten” pero no parecen tan fuertes,
- por qué se usan ponderaciones como la ponderación A en mediciones acústicas.

Relación con dB(A)

La ponderación A ajusta la medición para aproximarse a la sensibilidad del oído humano en niveles moderados.

Aplicación

Las curvas de igual sonoridad permiten diseñar mejores criterios de:

- confort acústico,
- evaluación de ruido,
- percepción humana del sonido.

4.5. SENSIBILIDAD AUDITIVA

La sensibilidad auditiva es la capacidad del oído humano para detectar sonidos de distintas frecuencias e intensidades.

Idea principal

El oído no responde igual a todos los sonidos.

Es más sensible a ciertas bandas de frecuencia y menos a otras.

El oído humano suele ser más sensible en el rango aproximado de:

- 2000 a 5000 Hz

Esto coincide con una parte importante del contenido de la voz humana, lo que tiene mucho sentido desde el punto de vista funcional.

Ejemplo: Una señal de advertencia alrededor de 3000 Hz puede percibirse claramente incluso si no tiene muchísimos decibelios.

En cambio

Un sonido grave muy bajo, por ejemplo de 50 Hz, puede estar presente y no ser tan fácilmente percibido al mismo nivel.

Umbral de audición

Es el nivel mínimo de sonido que una persona promedio puede detectar.

Umbral del dolor

Es el nivel a partir del cual el sonido se vuelve doloroso o peligroso, usualmente alrededor de 120 a 130 dB, dependiendo de la frecuencia y la persona.

Ejemplo claro

Un murmullo lejano puede estar cerca del umbral de audición.

Un concierto muy fuerte puede acercarse al umbral de dolor.

Importancia

La sensibilidad auditiva es clave para:

- evaluar molestias,
- diseñar alarmas,
- prevenir daños auditivos,
- entender por qué ciertos ruidos destacan más que otros.

4.6. MOLESTIA Y FATIGA POR RUIDO

Este punto es muy importante porque relaciona el sonido con el bienestar humano.

4.6.1 MOLESTIA POR RUIDO

La molestia es la reacción negativa que una persona experimenta frente a un sonido no deseado o perturbador.

La molestia no depende solo del nivel, También depende de:

- frecuencia,
- repetición,
- duración,
- momento del día,
- tipo de actividad,
- expectativa de la persona,
- significado del sonido.

Ejemplo: Un vecino puede tolerar música suave en la tarde, pero la misma música en la madrugada puede resultar muy molesta.

Otro ejemplo: Un sonido de notificación repetitivo puede generar más molestia que un ruido continuo más alto, porque interrumpe la atención constantemente.

Sonidos comúnmente molestos

- goteos repetitivos,
- zumbidos persistentes,
- alarmas,
- ruido de tráfico nocturno,
- voces ajenas en oficinas,
- maquinaria con componentes tonales.

Aplicación en ingeniería acústica

Cuando se diseña un ambiente, no basta con bajar decibelios; también hay que reducir sonidos especialmente intrusivos o disruptivos.

4.6.2 FATIGA POR RUIDO

La fatiga por ruido es el agotamiento físico, mental o auditivo causado por la exposición continua o repetida a ambientes sonoros molestos o intensos.

Puede generar:

- cansancio mental,
- dificultad de concentración,
- irritabilidad,
- menor rendimiento,
- estrés,
- necesidad de esfuerzo extra para escuchar o entender,
- sensación de saturación auditiva.

Ejemplo claro: En un aula con mucha reverberación, aunque el nivel no sea extremadamente alto, los estudiantes y el docente pueden terminar cansados porque deben esforzarse más para hablar y entender.

Otro ejemplo: En una oficina abierta con conversaciones constantes, una persona puede terminar agotada al final del día aunque el ruido no haya sido “muy alto” en decibelios.

En contextos laborales, la fatiga por ruido puede afectar:

- desempeño,
- comunicación,
- seguridad,
- toma de decisiones.

Diferencia con daño auditivo

La fatiga no siempre implica pérdida permanente de audición, pero sí un impacto significativo en confort, productividad y salud.

Ejemplo integrador completo

Imagina una oficina abierta:

- Hay conversaciones cruzadas, teléfonos y ruido de impresoras
- El nivel general puede estar alrededor de 58 dB
- Sin embargo, varias personas sienten molestia y cansancio al final del día

¿Qué explica esto?

- El oído capta los sonidos y el cerebro los interpreta
- La percepción depende del contexto de trabajo y concentración
- Las voces humanas están en un rango donde el oído es muy sensible
- Los cambios constantes de sonido llaman la atención
- Esto genera molestia y fatiga, aunque el nivel en decibelios no parezca extremo

Conclusión

La percepción auditiva y la psico acústica explican por qué un ambiente puede ser técnicamente “moderado” y aun así sentirse muy incómodo.