

# PSICOACÚSTICA

## DEFINICIÓN

La audición humana es un proceso extraordinariamente complejo, que apenas está comenzando cuando el sonido golpea el tímpano y es convertido de variaciones en la presión del aire a impulsos nerviosos. De ahí en adelante, es asunto de la mente, y la psicología se convierte en factor importante para estudiar y analizar los sonidos, así como las reacciones de las personas ante éstos.

La psicoacústica puede ser definida simplemente como el estudio psicológico de la audición. El objetivo de la investigación psicoacústica es averiguar cómo funciona la audición. En otras palabras, el objetivo es descubrir cómo los sonidos que entran al oído son procesados por éste y el cerebro, con el fin de dar a la persona que escucha información útil acerca del mundo exterior.

La conexión de la psicoacústica con la psicología puede ser confusa. Muchos de los problemas abordados por los psicoacústicos tienen muy poco que ver con la concepción popular de la psicología. Por ejemplo, existen algunas investigaciones concernientes con la sonoridad, y cómo ésta es representada por las células nerviosas en el oído. Algunas personas podrían pensar que esto sería una materia concerniente a la neurofisiología, y de hecho lo es. Sin embargo, donde un fisiologista auditivo podría abordar el problema aplicándole un electrodo a un ratón de laboratorio, un psicoacústico lo abordaría midiendo la capacidad del oyente para hacer discriminaciones entre sonidos escogidos cuidadosamente.

El hecho de tratar de medir las reacciones en el comportamiento, en las personas oyentes, es básicamente la razón por la cual la psicoacústica es considerada como una rama de la psicología. Sin embargo, la psicoacústica no se involucra en cómo los sonidos producen una respuesta emocional o cognoscitiva particular, lo cual le corresponde a la psicología cognoscitiva. Lo que sí se debe reconocer, es que la psicoacústica es un área muy amplia, y mientras existe un gran solapamiento con la fisiología en un extremo, en el otro extremo se tiene que recurrir algunas veces a la psicología clásica para poder explicar los resultados experimentales más complejos.

Algunas de las investigaciones psicoacústicas más interesantes son:

- ¿Cuál es el mecanismo usado para lograr distinguir sonidos que ocurren simultáneamente?
- ¿Cómo se localiza el origen espacial de un sonido?
- ¿Cómo se determina el tono de, por ejemplo, un instrumento musical?

Determinar las capacidades y limitaciones del oído humano es invaluable y necesario para entender la forma en que los sonidos son procesados. Cualquier dispositivo que produzca sonido con el propósito del disfrute humano debería

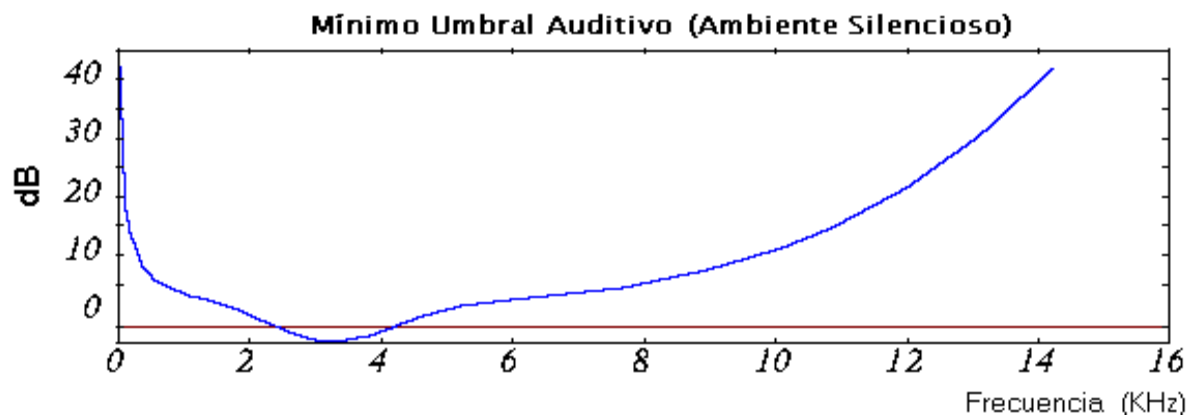
tomar en cuenta lo que los oídos harán con ese sonido. Algunos de estos imperativos de diseño son mucho más que sentido común, y tampoco pueden ser analizados satisfactoria y completamente a través de una prueba de escucha casual. En muchos casos se requiere un conocimiento más profundo y real del problema.

Por ejemplo, ¿Cómo diseñar un dispositivo de compresión de datos que reduzca la cantidad de información digital viajando por una línea telefónica sin afectar la calidad del sonido percibido? ¿Cómo se determina un nivel seguro o cómodo de exposición al ruido en una fábrica? ¿Cómo diseñar un sistema de advertencia auditivo que sea claramente audible sobre el ruido de fondo sin ser causa de distracción? Un buen conocimiento en psicoacústica puede ser de gran ayuda en todos estos problemas de diseño.

## ASPECTOS RELEVANTES

### 1. Mínimo umbral auditivo

Este umbral, también conocido como umbral absoluto, corresponde al sonido de intensidad más débil que se puede escuchar en un ambiente silencioso. El mínimo umbral auditivo no tiene un comportamiento lineal; se representa por una curva de Intensidad (dB) contra Frecuencia (Hz), que posee niveles mínimos entre 2 y 5 KHz, los cuales corresponden a la parte más sensible del oído humano. Por lo tanto, en los sistemas de compresión de audio que sacan provecho de la psicoacústica, no es necesario codificar los sonidos situados bajo este umbral (el área por debajo de la curva), ya que éstos no serán percibidos.



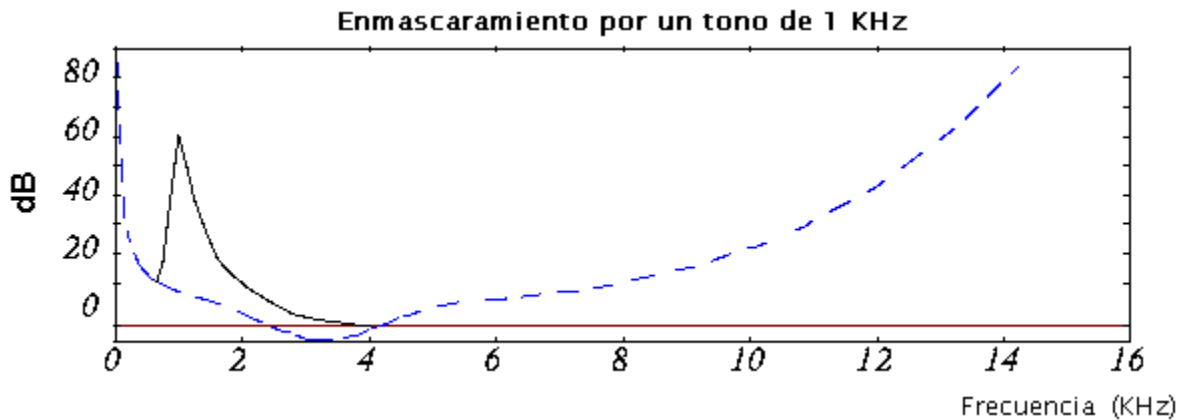
### 2. Enmascaramiento.

El efecto de enmascaramiento se basa en las limitantes del oído humano para responder a todas las componentes de un sonido complejo. Durante los sonidos fuertes, no se pueden oír los sonidos más débiles. Por ejemplo, cuando un músico organista no está tocando, se puede escuchar el resoplido de los tubos; y cuando

el músico toca, se pierde el sonido de éstos porque ha sido enmascarado.

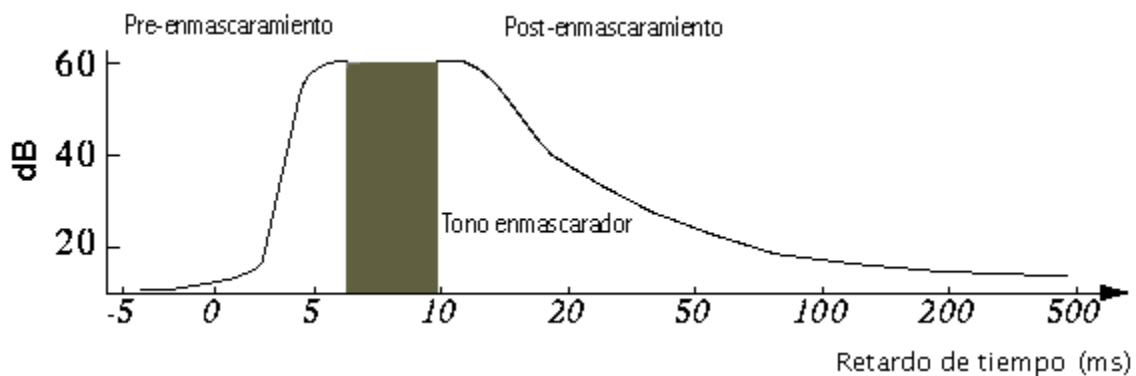
## 2.1. Enmascaramiento en frecuencia.

Funciona de manera que un sonido en determinada frecuencia puede enmascarar o disminuir el nivel de otro sonido en las frecuencias adyacentes, siempre y cuando el nivel del sonido enmascarante sea más alto (un sonido más intenso, más fuerte) que el nivel del sonido adyacente.



## 2.2. Enmascaramiento temporal.

Se presenta cuando un tono suave está muy cercano en el dominio del tiempo (unos cuantos milisegundos) a un tono fuerte. Si se está escuchando un tono suave y aparece un tono fuerte, el tono suave será enmascarado por el tono fuerte, antes de que el tono fuerte efectivamente aparezca (preenmascaramiento). Posteriormente, cuando el tono fuerte desaparece, el oído necesita un pequeño intervalo de tiempo (entre 50 y 300 ms) para que se pueda seguir escuchando el tono suave (post-enmascaramiento).



Con el post-enmascaramiento no hay problemas; pero el preenmascaramiento sugiere que un tono será enmascarado por otro tono, antes de que el tono

enmascarador realmente aparezca, atentando contra el buen juicio de cualquier oyente. Para este fenómeno, se han presentado dos explicaciones:

- 1) El cerebro integra el sonido sobre un período de tiempo, y procesa la información por ráfagas en la corteza auditiva, o
- 2) Simplemente, el cerebro procesa los sonidos fuertes más rápido que los sonidos suaves.

Sin importar el mecanismo, el caso es que el preenmascaramiento temporal en verdad existe, así sea exageradamente pequeño (se ha calculado con un valor aproximado de 30 ms).

En un sonido cualquiera, se presentan ambos tipos de enmascaramiento. El enmascaramiento en frecuencia es mucho más importante que el enmascaramiento temporal; aunque en ciertos dispositivos para compresión de audio se tienen en cuenta ambos tipos de enmascaramiento, con lo cual se logra mejor compresión de datos. Superponiendo ambas gráficas en una sola que presente tres ejes, se puede ver una curva bajo la cual están todos los sonidos que no pueden ser escuchados.

