

Introducción

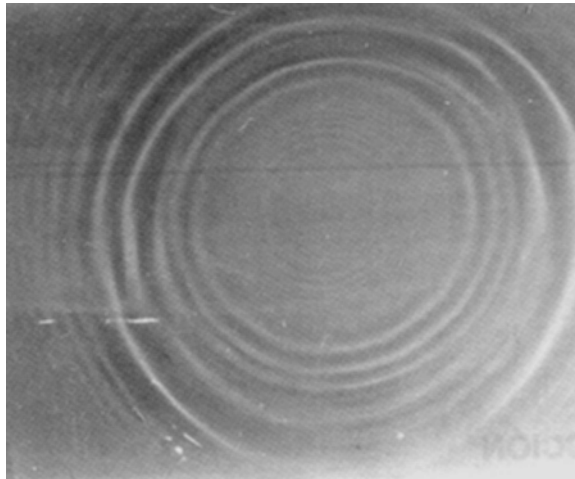
El sonido es la sensación que se produce a través del oído en el cerebro y la causa física que lo determina. Esta causa son las vibraciones de un medio elástico (generalmente el aire). Estas vibraciones se producen por el desplazamiento de las moléculas del aire debido a la acción de una presión externa. Cada molécula transmite la vibración a las que hay a su lado provocándose un movimiento en cadena.

El sonido es todo lo que oímos, resultado de estos desplazamientos. Se transmite en forma de ondas, y depende de las características de estos movimientos.

Características del sonido

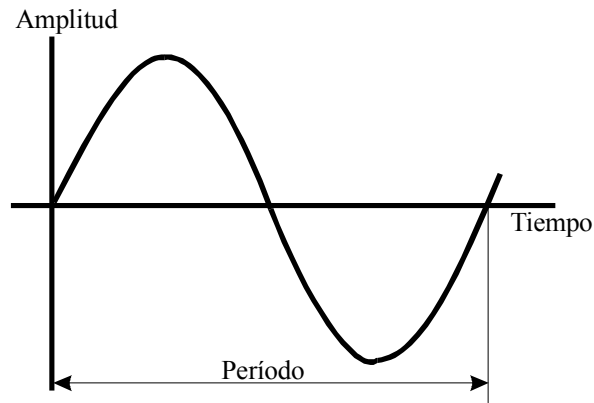
El tiempo que tarda en finalizar una onda u oscilación es el *período*. Se mide en unidades de tiempo, normalmente en segundos y se representa por la letra T.

La *frecuencia* se define como el número de ondas que hay en un segundo. Estas son las vibraciones que se producen en las moléculas. La unidad de medida de frecuencia es el Hertzio (Hz), aunque también se emplean múltiplos como el kilohertzio (kHz) y el Megahertzio (MHz). Se representa por la letra f. La frecuencia es la inversa del período.



El sonido se transmite en forma de ondas

Capítulo 1



El período es el tiempo que tarda en acabar una onda

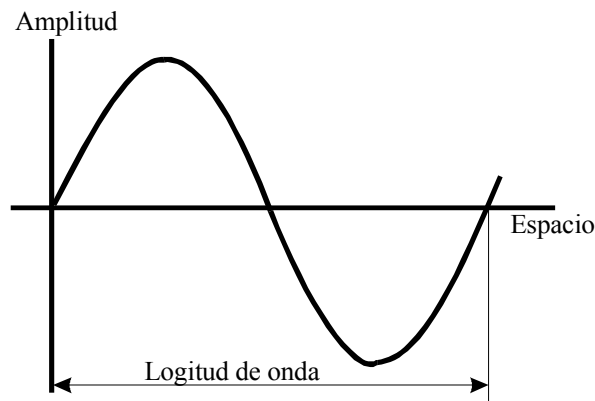
La *amplitud* de una onda es indicativa del nivel, de la potencia a la que se han producido las oscilaciones. Cuanto mayor sea, el sonido será más fuerte.

Para representar las ondas se utilizan los *oscilogramas*. No son más que una representación de la amplitud de la onda respecto del tiempo. En ellos se puede medir el período (y por lo tanto obtener su frecuencia), y la amplitud de la onda.

Velocidad de propagación

Es la velocidad a la que viajan las ondas en un medio determinado. Se transmiten generalmente más rápidas en los sólidos, después en los líquidos y, por último, en los gases. Por lo tanto, depende del medio en el que se propaguen. Se expresa en m/s.

La *longitud de onda* λ es el recorrido entre el principio y el fin de una onda. Se mide en unidades de distancia, es decir, metros, centímetros.



La longitud de onda mide el espacio que ocupa una onda completa

La velocidad también depende de la temperatura. A medida que aumenta ésta, la velocidad es mayor. Por otra parte, las ondas del sonido, al ir chocando con otras moléculas en el medio en el que se desplazan, van perdiendo energía. Las ondas sonoras van encontrando obstáculos que las van a ir debilitando. Por lo tanto, la amplitud va decreciendo con la distancia hasta que finalmente la onda desaparece.

Espectro audible

Se considera como estándar la gama de frecuencias entre 20 y 20000 Hz. Los sonidos cuya frecuencia sea inferior a 20 Hz se llaman infrasonidos o *subsónicos*. A los que tienen una frecuencia superior a 20000 Hz se les llama *ultrasonidos*. El espectro audible es diferente para cada persona y se altera con la edad, y otro tipo de causas (trabajo en ambientes ruidosos). Si se tiene más edad se pierde sensibilidad a las frecuencias agudas. Se puede obtener para una persona determinada con una audiometría.

Las frecuencias pueden clasificarse, según su valor, en *tonalidades*. A medida que la frecuencia es mayor se habla de una tonalidad o tono mayor. Así distinguimos tonos graves, medios y agudos o altos.

Los sonidos graves van de 20 a 300 Hz, los medios de 300 a 2000 Hz, y los agudos de 2000 hasta 20000 Hz.

El espectro audible se subdivide en octavas. El valor máximo de cada una de ellas es el doble del de la anterior. La primera octava y la última son prácticamente inaudibles.

1º octava: 16 – 32 Hz

2º octava: 32 – 64 Hz

3º octava: 64 – 125 Hz

4º octava: 125 – 250 Hz

5º octava: 250 – 500 Hz

6º octava: 500 – 1000 Hz

7º octava: 1000 – 2000 Hz

8º octava: 2000 – 4000 Hz

9º octava: 4000 – 8000 Hz

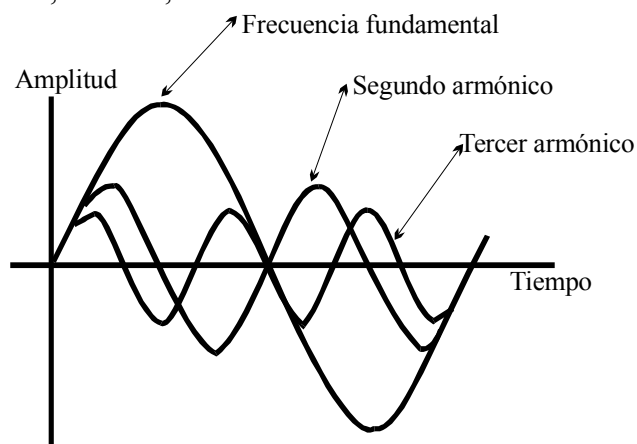
10º octava: 8000 – 16000 Hz

11º octava: 16000 – 32000 Hz

A pesar de tener el mismo tono y la misma potencia, dos sonidos no tienen por qué ser idénticos. Su diferencia está en el *timbre*. Es el que nos permite diferenciar, por ejemplo, una misma nota musical dada por dos instrumentos diferentes, o las voces de dos personas. Es se forma propia y característica de sonar. Se debe a que los sonidos se componen de ondas superpuestas a una frecuencia básica o fundamental. Son los llamados **armónicos**, cuya frecuencia es múltiplo de la onda fundamental.

La intensidad sonora

Depende de la amplitud de la oscilación, de la potencia de la fuente y de la forma en que se ha transmitido, es decir, el medio físico.



Los armónicos tienen una frecuencia que es múltiplo de la frecuencia de la onda fundamental

La unidad de medida de la intensidad sonora es el *decibelio* (db). La sensación sonora de intensidad se agudiza para sonidos débiles, y su sensibilidad disminuye para

sonidos fuertes. Por lo tanto, los decibelios siguen una proporción exponencial, que es la que presenta el oído humano.

Si buscamos un nivel de referencia empleamos los decibelios SPL (Sound Pressure Level), que ya vienen relativos a medidas de presión sonora (en unidades de presión). La referencia, es decir, los 0 db SPL, es el *umbral de la audición*, la menor cantidad de sonido en el aire perceptible por el oído humano emitida a 1000Hz. Si al valor se le acompaña un signo negativo indica que existe una pérdida respecto del valor de referencia, si es positivo, no se añade signo.

En los equipos de audio vemos indicadores de nivel en decibelios. El valor estándar son los 0 VU. A esta intensidad la señal original no sufre ninguna pérdida. Es el valor que está referido a la señal eléctrica, y a mayor nivel provoca saturaciones y distorsiones en el sonido.

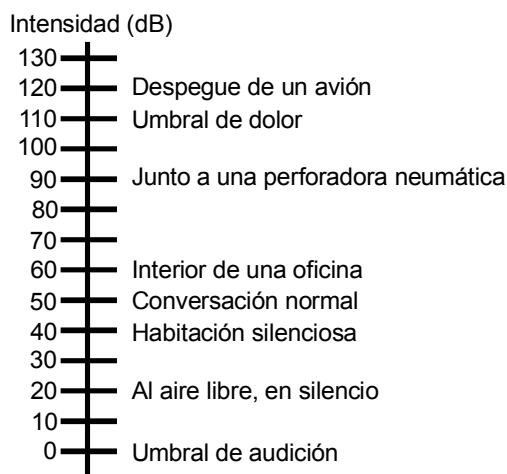


Tabla indicativa de distintos valores de niveles SPL de presión sonora

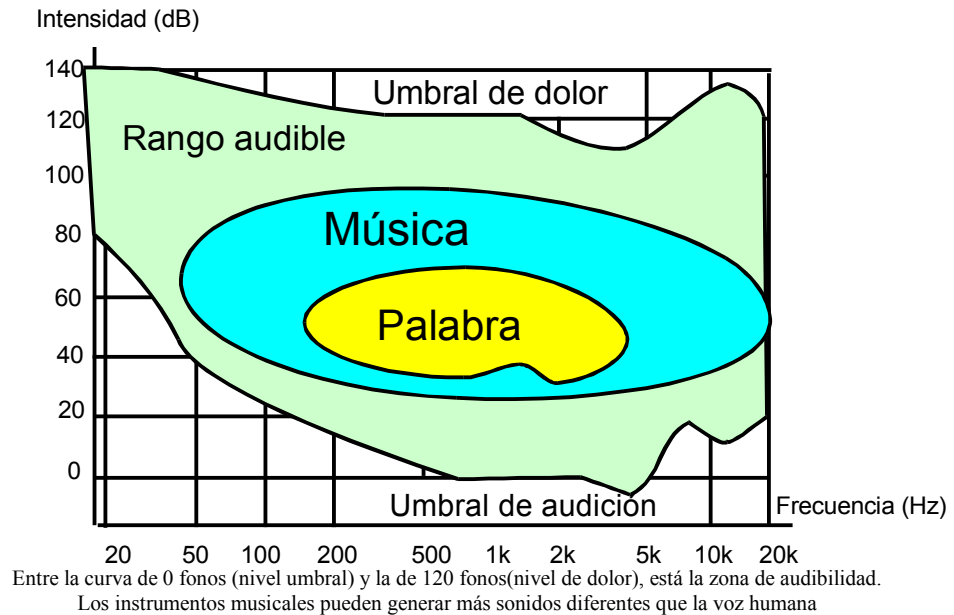
El oído humano

Ya hemos visto que el margen de frecuencias está entre 20 y 20000 Hz. En cuanto a valores de intensidad sonora podemos escuchar señales entre 0 db SPL y 120 db SPL. Éstos se corresponden con los niveles *umbral de audición* y *umbral de dolor*.

Para explicar el funcionamiento del oído se usa las *curvas isofónicas*. En el eje horizontal está la frecuencia y en el vertical la intensidad del sonido. Cuanto menor es la frecuencia es necesaria una mayor intensidad para percibir los sonidos. La zona de escucha del oído humano se encuentra englobada entre la curva del nivel umbral de audición y la del nivel umbral de dolor.

Estas curvas se miden en *fonos*. Un fono es un decibelio SPL a 1 kHz. Así, trabajamos con sensaciones iguales. Para el nivel umbral dibujamos una curva a 0 fonos para todo el espectro audible. El nivel de dolor corresponde a 120 fonos.

Los distintos sonidos se ubican en diferentes zonas de las curvas.



Por último, llamamos *sonido estereofónico* a aquel que intenta situar distintas fuentes sonoras en localizaciones diferentes para el oído humano. Al panoramizar las señales entre derecha (R) e izquierda (L), el cerebro recibe el efecto de un cierto ambiente acústico.

El estéreo funciona de igual manera, envía señales totalmente diferentes e independientes a la derecha y a la izquierda. El sonido monofónico, por otra parte, es distinto. Supone que la misma señal se envía sobre la izquierda y la derecha. Así, mientras que en el estéreo hay dos señales diferentes, en el mono hay dos iguales.