

GUÍA DE APRENDIZAJE N° 1

"Vibraciones y sonido"

Los sonidos siempre se originan en un cuerpo (sólido, líquido o gas) que vibra y transmite esta vibración a los objetos con los que están haciendo contacto. Particularmente, si golpeamos la superficie de una mesa, esta vibrará y transmitirá la vibración al aire y al suelo. Las vibraciones que se transmiten por el aire hacen vibrar nuestros tímpanos, estos transmiten el movimiento a la cadena de huesecillos, etc., produciendo finalmente la sensación sonora (visita: <http://www.youtube.com/watch?v=J933eE0u1CY> para complementes este y los siguientes artículos siguientes de esta guía).

Podemos clasificar los objetos que vibran en: cuerdas, láminas y cavidades, aun cuando muchas veces los sonidos que escuchamos provienen simultáneamente de estas tres fuentes. Así ocurre en una guitarra acústica, un violín y en un piano por ejemplo.

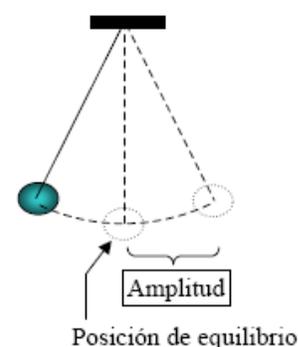
Para comprender los fenómenos asociados al sonido, es necesario que percibas lo que habitualmente oyes con una actitud más consciente y crítica.

Tres son las principales características de los sonidos según los músicos: la altura, la intensidad y el timbre. La altura corresponde físicamente a la frecuencia de la vibración, la intensidad a la amplitud de la vibración y el timbre a la forma de la vibración. Veamos esto con más detalle. Si cuelgas de un hilo una piedra y la haces oscilar como un péndulo, podrás reconocer fácilmente la frecuencia de la oscilación y su amplitud. La frecuencia corresponde al número de oscilaciones que realiza en la unidad de tiempo. Por ejemplo, si realiza 5 oscilaciones en un segundo, su frecuencia será $5 \frac{\text{oscilaciones}}{\text{segundo}}$ o $5 \frac{1}{\text{segundo}}$ o bien 5 hertz .

Es importante notar que el tiempo que tarda un péndulo en realizar una oscilación completa, es decir, el tiempo que tarda en ir y volver, es lo que denominamos período de la oscilación. Si designamos por T a este tiempo y por f a la frecuencia, entonces $f = \frac{1}{T}$; es decir, frecuencia y período de oscilación son magnitudes físicas inversas (cuando uno crece el otro disminuye su valor). Esto, que es muy claro para el caso del péndulo, también es válido para las vibraciones de las cuerdas, láminas y de las partículas del aire. La nota *la* de un diapasón corresponde a 440 hertz . Nuestros oídos perciben vibraciones comprendidas aproximadamente entre los 16 hertz, para sonidos muy graves, hasta los 20.000 hertz , para los muy agudos. Evidentemente, este rango varía de una persona a otra y, en cada persona, suele irse reduciendo con la edad. Se denominan infrasonidos a las vibraciones acústicas que están por debajo de los 16 hertz y ultrasonidos a las que están por encima de los 20.000 hertz . Hay animales que perciben un espectro sonoro más amplio que nosotros. Los perros, por ejemplo, captan sonidos de entre 40 y 46.000 hertz y los caballos, de entre 31 y 40.000 ; los elefantes y las reses advierten incluso los infrasonidos.

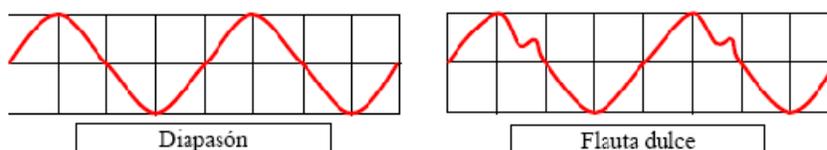
Podemos hacer corresponder la intensidad a la amplitud de la oscilación. En el caso del péndulo, esta última corresponde a la separación máxima que alcanza la piedra de su posición de equilibrio estable, según se indica en la figura del lado.

Si bien la amplitud de una oscilación puede ser medida en metros o centímetros por tratarse de una distancia, la unidad en que medimos la intensidad sonora es el decibel (la décima parte de un bel) que abreviamos dB . En el cuadro siguiente te mostramos la intensidad en dB de algunos ejemplos.



Sonido	Nivel sonoro (dB)
Respiración	10
Murmullo	20
Conversación normal	60
Discoteca	100 – 110
Despegue de avión (a unos 60 mts)	120

El timbre de un sonido es aquello que nos permite distinguir la voz de dos personas que cantan una misma canción, o bien diferentes instrumentos que emiten una misma nota musical. Por ejemplo, dos sonidos de igual frecuencia (440 Hz) en un diapasón y una flauta se diferencian por su forma según se ilustra en la figura.



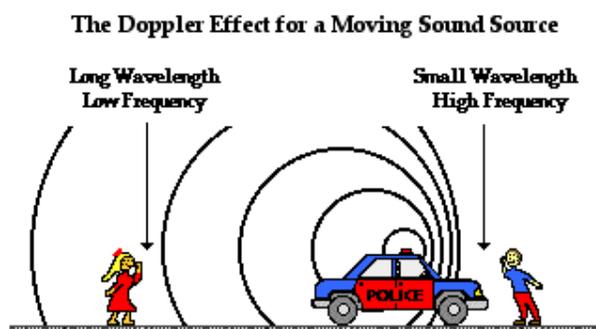
Hay varios fenómenos del sonido que verificamos a diario. Entre ellos tenemos:

a) Transmisión del sonido. El sonido no solo se propaga por el aire. También se trasmite por otros medios materiales: madera, agua, concreto, acero, etc. y lo hace con distintas velocidades. Así, por ejemplo, en el aire que respiramos esta rapidez es de unos $340 \frac{mts}{seg}$, independientemente del sonido de que se trate. También es importante tener presente que mientras más denso es el medio, con mayor rapidez se propaga el sonido. En efecto, en el agua esta es de unos $1500 \frac{mts}{seg}$ y en el acero de unos $5050 \frac{mts}{seg}$. También es importante comprender que en el vacío, como no hay nada que pueda vibrar, el sonido no se propaga, como por ejemplo en el espacio.

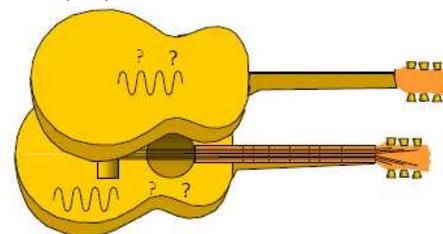
b) Reflexión y absorción. El sonido se refleja. Un caso conocido por todos es el eco. Esta reflexión se produce cuando el sonido que viaja por el aire llega a un material muy denso, como es el caso de una roca o un muro de concreto, que absorben muy mal el sonido. Ocurre lo contrario cuando éste llega a la tela de una cortina o a un muro tapizado de corcho, materiales que lo absorben muy bien. El eco lo apreciamos en forma espectacular cuando estamos a una distancia de varias decenas de metros de un gran muro de roca, pero también ocurre dentro de una habitación. Esta es la razón de por qué oímos tan distinto en una habitación vacía (sin muebles, cortinas ni alfombras) en comparación a cuando no lo está. En el diseño de un auditorio, teatro o sala de conciertos, este fenómeno debe ser muy bien comprendido por los ingenieros acústicos para que la audición resulte grata. Si no es así, la reverberación puede alcanzar niveles intolerables.

c) Pulsaciones. Si en dos guitarras próximas entre sí, una bien afinada y la otra no, haces vibrar la misma cuerda, percibirás un sonido especial que se caracteriza por cambiar periódicamente de intensidad. A este fenómeno lo denominamos pulsaciones. También se pueden percibir al hacer sonar dos diapasones ligeramente distintos. Esta es la clave para entender la técnica que emplean los especialistas que afinan instrumentos musicales.

d) Efecto Doppler. Cuando una fuente emisora de sonido se mueve respecto de nosotros (ambulancia tocando la sirena, automóvil o tren) percibimos una frecuencia más alta (agudo) cuando se aproxima a nosotros y más baja (grave) cuando se aleja. Esto es lo que denominamos efecto Doppler, en honor a su descubridor, Christian Doppler (1803 – 1853). Si por medio de una cuerda haces girar rápidamente un objeto que suene, a unos metros de distancia alguien podrá constatar que el sonido resulta distinto cuando este objeto se aproxima a cuando se aleja de él. El modelo ondulatorio que veremos a continuación te explicará a qué se debe este efecto. El efecto Doppler no solo ocurre con el sonido, sino también con cualquier tipo de onda, incluso con la luz. De hecho, es gracias a él que los astrónomos pueden medir la velocidad con que se acercan o alejan estrellas y galaxias y es por ello hoy sabemos que el universo se expande (visita: http://www.youtube.com/watch?v=9jVIP_a-RM8&feature=related)



e) Resonancia. Si enfrentas las cavidades de dos guitarras bien afinadas podrás constatar visual y auditivamente que al hacer vibrar una cuerda cualquiera en una de ellas, en la otra empezará a vibrar la misma cuerda. Este es un ejemplo de lo que denominamos resonancia, y quienes interpretan música en conjuntos instrumentales lo deben haber observado muchas veces. Lo interesante desde el punto de vista de la física, es que cada objeto posee una frecuencia natural de vibración. Ahora, si un objeto vibra y cerca de él hay otro que posee la misma frecuencia natural, también empezará a vibrar. Es muy posible que esta sea la explicación de varios hechos popularmente conocidos: cantantes de ópera capaces de romper copas de cristal, la caída de puentes cuando soldados marchan sobre ellos, edificios que se desmoronan en terremotos y la caída del famoso puente colgante de Tacoma Narrows en Estados Unidos en 1940. En Internet puedes ver películas y explicaciones detalladas de este espectacular hecho (visita: www.youtube.com/watch?v=MHIICWMBMs&feature=related)



El oído, órgano de recepción el sonido:

El oído es un complejo mecanismo especializado para captar las vibraciones de las moléculas que nos rodean, ya sea en el aire o bien esporádicamente las moléculas del agua cuando nos encontramos bajo el agua.

Nuestros oídos nos permiten percibir ondas sonoras producidas a nuestro alrededor, las que son interpretadas como sonidos en nuestro cerebro, a través de un impulso nervioso (fíjate en el minuto 4:30 del video <http://www.youtube.com/watch?v=J933eE0u1CY>)

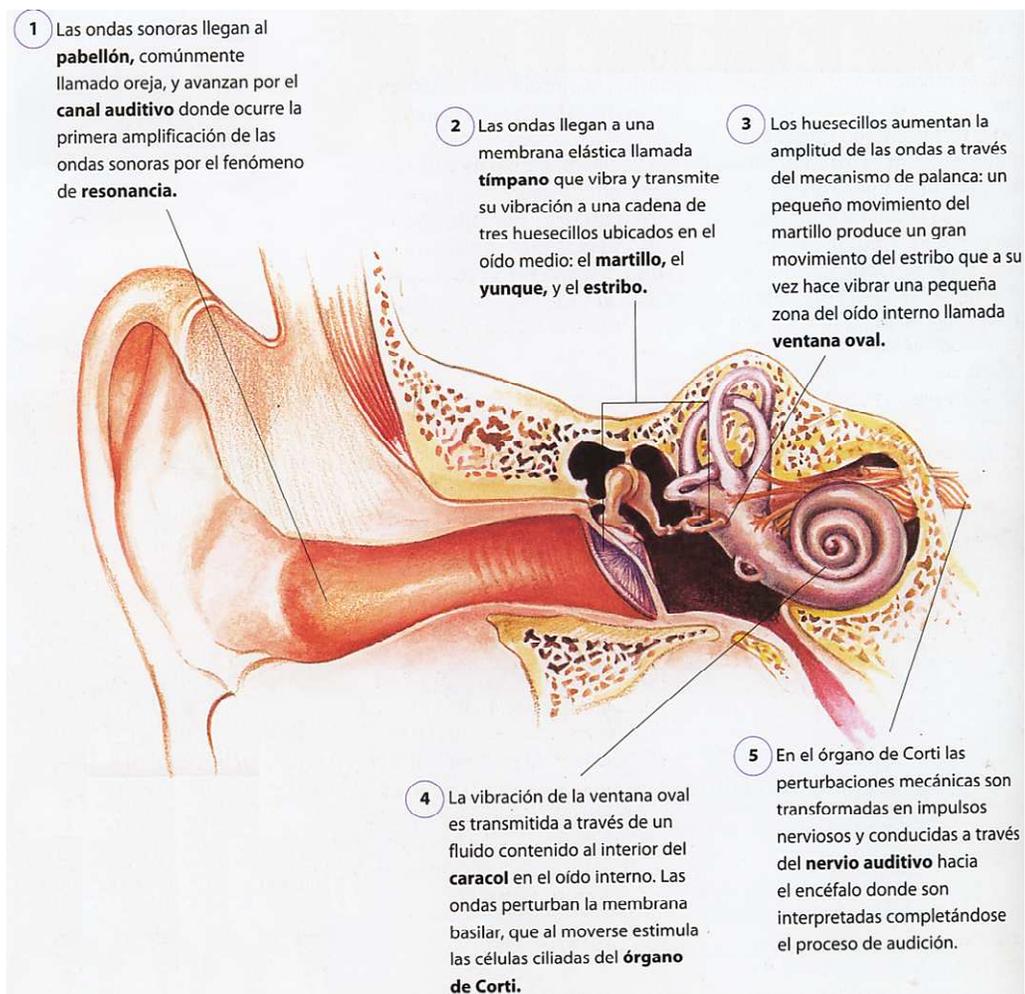
Existe un alto número de personas que poseen una limitación, parcial o total, en su capacidad auditiva. Las causas son múltiples. Por ejemplo, hay quienes nacen completamente sordos ya sea por problemas genéticos o congénitos. Los problemas que puede provocar sordera son múltiples:

- Problemas del nervio acústico.
- Fallas en las células ciliadas ubicadas al interior del caracol.
- Tener los huesecillos del oído medio soldados.

Otras personas pierden la audición debido a la acción de virus, de accidentes o una explosión. Sin embargo, existe un deterioro natural y gradual de la capacidad auditiva, que afecta a todas las personas a medida que envejecemos, denominada presbiacusia: en forma natural cada año perdemos unas 2000 células receptoras de frecuencias sonoras altas.

3

La contaminación acústica también afecta nuestros oídos. El daño producido puede ir desde una sordera transitoria, hasta la pérdida auditiva permanente. Esto último se puede producir si la intensidad sonora es muy elevada o si la persona se expone durante mucho tiempo a sonidos de intensidad moderada hacia arriba, por ejemplo, escuchar un walkman con intensidades relativamente altas en forma permanente.



FUENTE: www.educarchile.cl