



UNIVERSIDAD  
DE CHILE



Open Green Road

Física  
Guía de Materia  
**VIBRACIÓN Y SONIDO**  
MÓDULO COMÚN  
I MEDIO



*Puntajenacional*

[www.puntajenacional.cl](http://www.puntajenacional.cl)



NICOLÁS MELGAREJO, VERÓNICA SALDAÑA

*Licenciados en Ciencias Exactas, U. de Chile*

*Estudiantes de Licenciatura en Educación, U. de Chile*

## 1. El sonido

El sonido es un fenómeno físico producido por la vibración de algún cuerpo material, estas oscilaciones sólo en algunos casos pueden ser escuchadas a través de nuestros oídos. Cuando se combinan de manera coherente sonidos que somos capaces de oír se genera lo que se conoce como música, arte que ha sido practicada desde tiempos muy antiguos, pero que nunca había sido mirada desde el punto de vista científico, hasta que Pitágoras se interesó en entender por qué algunas piezas musicales le parecían más bellas que otras. Posteriormente, Aristóteles comprobó que el sonido consistía en contracciones y expansiones de aire. Durante el siglo XVI se avanza rápidamente en la comprensión del fenómeno, siendo Galileo y Mersenne los descubridores de las leyes que rigen una cuerda vibrante, mientras Newton obtiene la ecuación para determinar la velocidad del sonido en un sólido. De ahí en adelante comienzan los avances en esta rama, llegando a ser capaces de crear herramientas útiles basadas en las propiedades de estas ondas mecánicas, tales como el ultrasonido en medicina.

## 2. Características del sonido

El sonido es una onda mecánica longitudinal, producida por la vibración de un medio elástico que puede ser sólido, líquido o gaseoso, transmitiéndose por diferencias de presión en el medio de propagación.

### Desafío...



El espacio exterior es una región considerada relativamente vacía. De acuerdo a esto, ¿son realistas los efectos sonoros, como explosiones, en pleno espacio exterior que se muestran en películas de ciencia ficción como Star Wars? [Respuesta](#)

### 2.1. Intensidad

Es la característica que permite distinguir si un sonido es fuerte o débil. Está directamente relacionado con la *amplitud*: **para sonidos fuertes, amplitudes grandes; para sonidos débiles, amplitudes pequeñas**. También es posible asociar la intensidad y amplitud de onda con la cantidad de energía que transporta: **a mayor intensidad o amplitud, mayor energía transportada**. La intensidad de sonido se mide con un instrumento llamado *sonómetro* y su unidad de medida es el decibel [db], nombre que se deriva del inventor Alexander Graham Bell.

Fuente sonora	[db]
Silencio absoluto	0
Hojas de árbol movidas por la brisa	20
Radio o televisión	40
Conversación común	60
Tráfico urbano intenso	70
Persona gritando	90
Obra de construcción urbana	100
Umbral de sensación dolorosa	140

La exposición prolongada a sonidos sobre los 100[db] produce daños irreversibles en el tímpano.

### 2.2. Tono o altura

Permite distinguir cuando un sonido es más agudo o grave que otro. Tiene relación directa con la *frecuencia* de la onda sonora: **para sonidos agudos, frecuencias altas; para sonidos graves, frecuencias bajas**. El tono de un sonido aumenta si su frecuencia aumenta y viceversa.

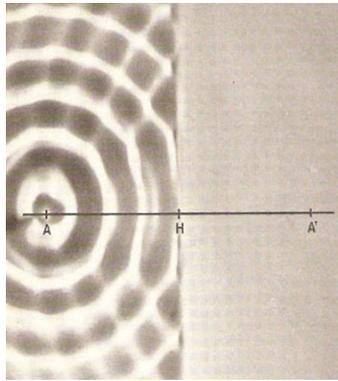


Figura 1: Imagen propiedad de *2mdc.com*

### 2.3. Timbre o calidad

Permite distinguir entre sonidos de igual intensidad y tonalidad, los que son emitidos por fuentes distintas. Así por ejemplo una nota Do tocada en una flauta dulce suena distinto si es tocada en un saxo.

## 3. Rango de audibilidad

El rango de audición humano está entre  $20[Hz]$  y  $20.000[Hz]$ . Vibraciones inferiores a  $20[Hz]$ , llamadas *infrasonido*, o superiores a  $20.000[Hz]$ , llamadas *ultrasonido*, son imperceptibles para el sistema auditivo humano.

## 4. Fenómenos auditivos

El sonido por ser una onda se puede *reflejar*, *refractar*, *difractar* y cumple con el *Principio de superposición de ondas*.

### 4.1. Reflexión

El sonido es una onda mecánica longitudinal esférica producida por variaciones de presión en el medio, lo que genera vibraciones en las partículas de éste. Cuando el sonido se acerca a una superficie (un muro por ejemplo), las partículas vecinas al obstáculo chocan con él, de tal manera que cada una de ellas se comporta como una fuente puntual. El resultado de esta suma de fuentes puntuales es una onda que se propaga como si fuera generada desde un punto ubicado detrás del muro a la misma distancia que la fuente original respecto del obstáculo, como se muestra en la figura 1.

Una aplicación de este fenómeno es el sonar de un submarino.

#### 4.1.1. Eco

Fenómeno que se produce cuando el sonido que se emite se vuelve a oír después de cierto tiempo. Es la reflexión del sonido sobre una superficie que se encuentre al menos a 17 metros de distancia de la fuente, produciéndose así un eco monosílabo. Si el obstáculo está a una distancia un poco mayor, el sonido reflejado perturbaría al sonido emitido por la fuente, generándose un eco nocivo, pero si el sonido reflejado se superpone al emitido entonces el eco es útil.

### Ejemplo

¿Por qué la distancia mínima a la que debe situarse una persona para percibir el eco de su voz es de 17 metros?

**Solución:** Sabemos que la velocidad del sonido en el aire a temperatura ambiente es aproximadamente  $340 \left[ \frac{m}{s} \right]$ , además el oído humano es capaz de diferenciar dos sonidos cuando estos llegan desfasados por un tiempo mínimo de  $0,1[s]$ .

Suponga que está parado dentro de una catedral, sea  $x$  la distancia que hay entre usted y la pared principal, sea  $t = 0$  el instante en que usted emite un sonido y lo percibe. Para que se produzca eco el tiempo que debe haber pasado para escuchar el sonido reflejado en la pared es  $t = 0,1[s]$ . La velocidad está dada por el cociente entre la distancia recorrida por la onda y el tiempo empleado en recorrerla, en este caso como la onda emitida recorre una distancia de ida igual a  $x$  y al reflejarse en la pared recorre nuevamente esa distancia hasta llegar a su oído, la distancia total recorrida de ida y vuelta es igual a  $2x$ , luego:

$$340 \left[ \frac{m}{s} \right] = \frac{2x}{0,1[s]}$$
$$x = 17[m]$$

Se concluye que la distancia mínima a la que debe ubicarse respecto de la pared para percibir el eco de su voz es  $17[m]$ .

#### 4.1.2. Reverberación

Se conoce como *reverberación* al fenómeno que se produce cuando un sonido es reflejado de manera reiterada, y no pueden ser distinguidos por separado, dificultando la audición. Por ejemplo el *eco* en iglesias antiguas.

#### 4.2. Refracción

Cuando el sonido pasa de un medio a otro, se produce una desviación de la dirección y una variación en la velocidad de la onda sonora, cumpliéndose la *Ley de refracción*. La refracción también puede producirse dentro de un mismo medio cuando las características físicas de éste no son homogéneas. Por ejemplo, cuando de un punto a otro la temperatura de un medio varía, se produce una desviación del sonido.

Es importante recalcar que la única característica que se mantiene constante es la frecuencia de la onda, todas las demás como amplitud, longitud de onda y velocidad cambian.

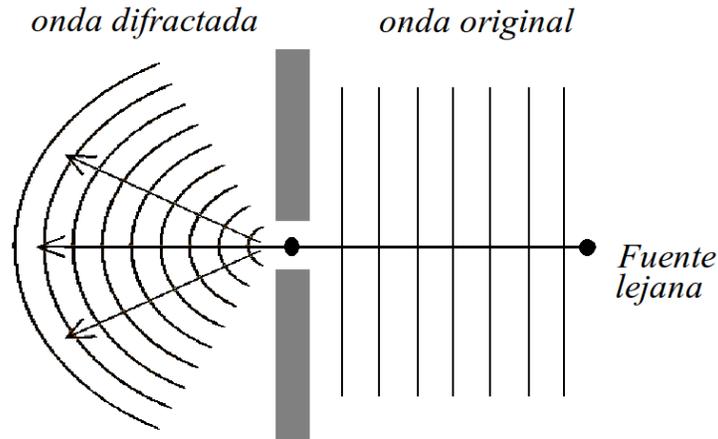
#### Desafío...



Una niña con voz muy aguda llama a su hermano que se encuentra sumergido en el agua de una piscina. El sonido de la voz se refracta llegando a los oídos del niño, el cual escucha un sonido ¿más agudo o más grave? [Respuesta](#)

### 4.3. Difracción

Cuando el sonido pasa por una abertura, la onda se desvía simétricamente hacia ambos lados de ésta, dando la impresión de que el sonido es emitido por esa separación. La abertura se convierte en un nuevo foco de emisión de ondas esféricas. Algo similar ocurre cuando el sonido se encuentra con un obstáculo, desviándose alrededor de él. Esto permite que dos personas, separadas por un muro, puedan entablar una conversación sin inconvenientes.



### 4.4. Interferencia

Es la superposición de múltiples ondas sonoras, como por ejemplo la *reverberancia*, que es apreciable por un aumento del sonido cuando la interferencia es constructiva y con zonas de silencio cuando es destructiva.

### 4.5. Atenuación

Disminución de la intensidad del sonido por la distancia, debido a la absorción de la energía que produce el medio de propagación, decreciendo la amplitud y manteniéndose constantes la frecuencia y el período.

### 4.6. Absorción

Cuando el sonido se encuentra con una superficie dura, se refleja. En cambio cuando lo hace con un material “blando”, como una cortina, se absorbe total o parcialmente. Si el sonido tiene una frecuencia alta y el material es “blando”, entonces mayor es la *absorción*.

#### Desafío...



Al dejar caer una piedra a una poza de agua, las ondas se difunden por la superficie plana del charco. ¿Qué sucede con la energía de las ondas cuando desaparecen?

[Respuesta](#)

## 5. El Oído

Es un órgano que se encuentra superdesarrollado en mamíferos, como el humano, y contiene a los órganos de la audición y el equilibrio. Está constituido principalmente por el *oído externo*, el *oído medio*

y el *oído interno*.

### 5.1. Oído externo

Está compuesto por el *pabellón auditivo* (oreja), el *conducto auditivo* y el *tímpano*. Su función básica es la recepción del sonido.

### 5.2. Oído medio

Es un conducto estrecho y lleno de aire que limita por un lado con el tímpano y por otro con la *ventana oval*. Dentro del oído medio se encuentran cuatro huesos pequeños: el *yunque*, el *martillo*, el *estribo* y el *lenticular*.

### 5.3. Oído interno

Es una cavidad similar a un laberinto y se encuentra dentro del *hueso temporal*, está llena de un líquido viscoso (mezcla de sangre y líquido cefalorraquídeo) y contiene a los órganos de la audición y del equilibrio. Está formado por tres cavidades : el *vestíbulo*, tres *canales semicirculares* y el *caracol*.



### 5.4. Proceso de audición

- 1 El sonido ingresa al oído por el *pabellón*, que comúnmente llamamos oreja, llegando al canal auditivo.
- 2 Luego, el sonido hace vibrar al *tímpano*, membrana elástica situada en el oído externo. Esta vibración se transmite a una cadena de tres pequeños huesos: el *yunque*, el *martillo* y el *estribo*
- 3 Mediante un mecanismo de palanca estos tres huesos amplifican casi 40 veces el sonido: un pequeño movimiento del martillo produce un gran movimiento del estribo. Este movimiento hace vibrar la *ventana oval*.
- 4 La vibración de la ventana oval es transmitida a través del fluido que está dentro del *caracol* hasta una membrana llamada *basilar*.
- 5 La vibración de la membrana basilar estimula las terminaciones nerviosas del *órgano de Corti*, lo que genera un impulso nervioso que viaja a través del nervio auditivo hasta el encéfalo. Allí el impulso nervioso se interpreta como sonido, completándose el proceso de audición.

## Desafíos resueltos

- ✓ Desafío I: El espacio exterior contiene una muy baja densidad de partículas, por lo que se le considera vacío. Dado que el sonido necesita de un medio material para propagarse, los efectos sonoros de las escenas en el espacio no reflejan lo que realmente pasaría en esa región del universo, en donde no puede escucharse ningún sonido porque no hay medio por donde éste se propague. [Volver](#)
- ✓ Desafío II: La única característica que se mantiene constante en el fenómeno de refracción es la frecuencia de la onda incidente, por lo tanto, si el sonido emitido por la boca de la niña es agudo, es decir, de alta frecuencia, al refractarse al pasar del aire al agua su frecuencia se mantendrá constante. Así, el hermano de la niña escuchará la voz de su hermana tal cual la oye en el aire, ni más grave ni más aguda, sino que con la misma frecuencia. [Volver](#)
- ✓ Desafío III: Sabemos que una onda sonora es una perturbación que se propaga a través de un medio material transportando energía. Cuando se tira una piedra a un estanque con agua se generan ondas circulares concéntricas al punto de impacto, tales ondas se propagan por el medio, en este caso agua, el cual va absorbiendo la energía que transporta la perturbación. Así, las partículas de agua absorben la energía de la onda, lo que genera una disminución de la intensidad de éstas hasta que desaparecen. [Volver](#)

## Bibliografía

- [1 ] FÍSICA 1° EDUCACIÓN MEDIA, *Cuarta edición*, Santillana (2009)  
*Mario Toro Frederick, Rodrigo Marchant Ramirez, Mauricio Aguilar Baeza.*
- [2 ] FÍSICA TOMOS I, *Tercera edición*, Mc Graw-Hill. México (1992)  
*Raymond A. Serway.*
- [3 ] CIENCIAS PLAN COMÚN, FÍSICA, Chile (2007)  
*Dirección académica CEPECH.*
- [4 ] FÍSICA GENERAL, Tercera edición, Harla. México (1981)  
*Beatriz Alvarenga, Antônio Máximo.*
- [5 ] FÍSICA CONCEPTUAL, *Novena edición*, Pearson Educación. México (2004)  
*Paul Hewitt.*
- [6 ] MANUAL DE ENTRENAMIENTO ACTIVE LEARNING IN OPTICS AND PHOTONICS, (2006)  
*UNESCO.*
- [7 ] INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA, *Séptima edición*, Editorial Kapelusz, Argentina (1958)  
*Alberto Maiztegui, Jorge Sabato.*