

1. Qué es, cómo se produce, cuáles son sus características...

El sonido es un fenómeno físico que estimula el sentido del oído. Está formado por ondas que se propagan a través de un medio, que puede ser sólido, líquido o gaseoso.

Un sonido se produce por todo aquello que sea capaz de producir ondas que estimulen al oído. Por ejemplo, al pegar un golpe en una mesa, las cuerdas vocales, el roce entre dos materiales o cualquier efecto que produzca vibraciones audibles bastan para producir un sonido.

Las ondas a las que llamamos **sonoras** son las que pueden estimular al oído y al cerebro humano. Estas ondas se miden en Hercios (Hz), una unidad de **frecuencia** que corresponde al número de ondas que caben en un tiempo determinado (un segundo normalmente). La onda se propaga gracias a la compresión y a la expansión del medio por el que se propaga. Estas variaciones de presión son las que alcanzan el oído humano y provocan en el tímpano vibraciones de idéntica frecuencia, originando, a través del cerebro, una sensación sonora. Pero no todas las ondas pueden ser recogidas por el oído humano, tan sólo las que se encuentran aproximadamente entre 20 Hz y cerca de 20.000 Hz. Las ondas de sonido inferiores al límite audible se llaman **infrasónicas** y las superiores **ultrasónicas**.

Pero no todos los animales tienen los mismos límites audibles, por ejemplo los perros son sensibles a frecuencias de hasta 30.000 Hz y los murciélagos a frecuencias de hasta 100.000 Hz.

El sonido se transmite por medio de ondas, que viajan a través de los diferentes medios (siempre medios mecánicos, nunca a través del vacío). Dependiendo de la forma de la onda, se producen diferentes sonidos: más graves (ondas muy juntas entre sí), más agudos (ondas más separadas), más fuertes o débiles (dependiendo de la intensidad).

2. Propagación por los diferentes medios...

Las ondas de sonido, son ondas longitudinales; es decir, son ondas que se pueden propagar por cualquier medio, sólido o fluido. En esta tabla se pueden ver las diferentes velocidades de propagación del sonido.

Velocidad del sonido en distintos medios (a 20° C)		
Sustancia	Densidad (kg · m⁻³)	Velocidad (m · s⁻¹)
Aire	1,20	344
Etanol	790	1.200
Benceno	870	1.300
Agua	1.000	1.498
Aluminio	2.700	5.000
Cobre	8.910	3.750
Vidrio	2.300	5.170
Hierro	7.900	5.120

El sonido se transmite por las partículas que forman un medio. A una partícula se le da una energía que le hace vibrar. Esta partícula transmite su vibración a las partículas que le rodean, transmitiendo así la energía que le han proporcionado. Un claro ejemplo de esto es una superficie de agua: Al tirar una piedra por ejemplo, las partículas del agua oscilan y transmiten su movimiento a las partículas contiguas sucesivamente. Después de un tiempo desde el impacto, las ondas se van atenuando hasta desaparecer.

Es por esto que los diferentes sonidos dependen de los diferentes materiales por los que se muevan. No será lo mismo propagar sonido por el aire, donde las partículas están más sueltas y es más difícil de transmitirse, que propagar sonido por el hierro, que al ser un sólido están las partículas muy unidas y se puede transmitir rápidamente el sonido. Generalmente, el sonido se mueve a mayor velocidad en líquidos y sólidos que en gases.

Relacionados con el sonido, están algunos efectos referentes a la forma de transmisión. Así como el **efecto Doppler**, las **ondas de choque** y la **barrera del sonido**.

- **Efecto Doppler:** Se produce cuando entre un foco de emisión y un observador, existe un movimiento relativo. En este caso, el observador detecta una frecuencia diferente a la frecuencia de emisión.

Explicándolo de forma más sencilla, es el efecto que se produce, por ejemplo, cuando pasa un coche a mucha velocidad por delante nuestra. En un principio escuchas que el coche se acerca, a una cierta frecuencia. Pero cuando se acerca, el sonido es mucho más fuerte. A este cambio de frecuencia debido a la velocidad se le llama efecto Doppler.

- **Ondas de choque:** Estas ondas son una deformación de la transmisión normal de las ondas. Si ponemos como ejemplo una aeronave, ocurre lo siguiente: Cuando el emisor se desliza con una velocidad suficiente para romper el flujo normal de las moléculas de aire que se apartan para dejar paso al objeto que se aproxima, las ondas se superponen, al no tener espacio para transmitirse.

Este efecto, conocido también como choque de compresibilidad, provoca cambios importantes en la distribución de presiones, densidades y temperaturas del aire alrededor del cuerpo en movimiento

Si este efecto se observa en un medio líquido, la forma que producen esta onda es de cono. En cambio, en un medio gaseoso, lo que se produce es una acumulación de ondas de sonidos que al final responden con un fuerte estallido de todos los sonidos a la vez.

- **Barrera del sonido:** Término que se asocia a los efectos de compresibilidad experimentados por los aviones supersónicos cuando su velocidad con respecto al aire se aproxima a la velocidad local del sonido (1.223 km/h a nivel del mar en condiciones normales). Aunque estos aviones llegan a esas velocidades, nunca pasaran del límite de la velocidad de la luz, ya que es imposible.

3. Fenómenos asociados a la reflexión y refracción...

Antes de exponer los fenómenos, primero explicar en qué consiste la reflexión y la refracción: La **reflexión**, es un cambio que se produce en la dirección de propagación de una onda dentro de un medio. Ocurre cuando la onda choca contra la superficie de otro medio, se refleja y cambia su dirección, pero no su forma.

La **refracción**, es la consecuencia de que una onda que se propaga por un medio pasa a otro medio en el que su velocidad de propagación es diferente, cambiando también su dirección. Se produce además una pérdida de energía en este cambio.

Ahora que ya sabemos un poquito en que consisten estas propiedades, veamos algunos efectos asociados. Entre ellos están el **eco**, los **radar** y las **ecografías**.

• **Eco:** A todos nos han engañado alguna vez diciéndonos que el eco era una persona que repetía lo que tu decías... En verdad, un eco es una onda sonora reflejada, cuyo intervalo entre la emisión y la repetición del sonido, corresponde al tiempo que tardan las ondas en llegar al obstáculo y volver. Normalmente, el eco es más débil que el sonido original porque no todas las ondas se reflejan, algunas de ellas se pierden, y por lo tanto pierden energía.

Generalmente, los ecos escuchados en las montañas se producen cuando las ondas sonoras rebotan en grandes superficies alejadas más de 30 m de la fuente. Dando golpecitos en un tubo metálico pegado al oído también pueden escucharse ecos.

• **Radar:** Es un sistema electrónico que permite detectar objetos fuera del alcance de la vista y determinar la distancia a que se encuentran proyectando sobre ellos ondas de radio. No sólo indican la presencia y la distancia de un objeto remoto, sino que también fijan su posición en el espacio, su tamaño y su forma, así como su velocidad y la dirección de desplazamiento.

Todos los sistemas de radar utilizan un transmisor de radio de alta frecuencia que emite un haz de radiación electromagnética, con una radiación de longitud de onda comprendida entre algunos centímetros y cerca de 1 m. Los objetos que se hallan en la trayectoria del haz reflejan las ondas de nuevo hacia el transmisor, este las detecta y representa los datos que ha recibido en una pantalla. El radar se fundamenta en las leyes de la reflexión de las ondas de radio.

Parecido al radar pero de uso diferente, está también el **sonar**. Pero este sistema se utiliza bajo el agua, es decir, en submarinos o buques de guerra. El sonar emite pulsos de ultrasonido mediante un dispositivo transmisor sumergido. Luego, a través de un micrófono sensible, capta los pulsos reflejados por posibles obstáculos o submarinos que se hayan topado con los pulsos. Lo malo del sonar, es que sólo puedes saber la distancia a la que se encuentra el objeto, pero no la profundidad, cosa que dificulta la tarea de los submarinos para el ataque.

• **Ecografías:** Todos hemos visto alguna vez una ecografía, pero en lo que no habremos caído nunca es en que se deben al sonido. Sabemos que se utilizan en las embarazadas, para seguir un desarrollo detallado del feto sin ningún tipo de riesgo.

Es una técnica en la que un sonido de frecuencia muy alta es dirigido hacia el organismo, donde se refleja y sonido resultante es digitalizado para producir una imagen móvil en una pantalla o una fotografía. Esta técnica no se puede utilizar para observar los huesos o los pulmones, ya que el aire y los huesos absorben prácticamente todo el haz de ultrasonidos emitidos.

4. El sonido, la voz humana y la música...

• Ondas estacionarias en cuerdas y tubos

Sabemos que en una cuerda se producen ondas estacionarias cuando dos ondas iguales en frecuencia y amplitud interfieren, pero en sentidos opuestos. Pues con los sonidos, al ser también ondas, ocurre lo mismo.

Los instrumentos de viento aprovechan las ondas estacionarias que se producen en un tubo hueco, que es la estructura básica de todo instrumento de viento. Como se ve en el dibujo de la derecha, en los tubos también se producen ondas estacionarias. Igual que en las cuerdas, se producen nodos dependiendo de la frecuencia. Dentro de los tubos, el aire se mueve por las presiones, como se ve en esta otra imagen (abajo). Los puntos azules representan los nodos, donde la presión no los varía (estacionarios).

Las frecuencias de las que se hablan, hacen referencia a las notas que se consiguen con los diferentes instrumentos. Por ejemplo, en una flauta, el do más bajo tiene una frecuencia de 137,5 Hz. Y así, dependiendo

de las aberturas que dejemos libres para que salga el aire, se forma una presión u otra, que determinan las diferentes notas de la escala musical.

• Intensidad, tono y timbre

Las magnitudes que caracterizan la percepción y permiten distinguir entre los diferentes sonidos son las llamadas cualidades del sonido. Estas cualidades son tres:

La **intensidad**, el **tono** y el **timbre**.

• **Intensidad:** Es una sensación asociada a la percepción del sonido por los humanos. La distancia a la que se puede oír un sonido depende de su intensidad, pero se suelen clasificar en sonidos de intensidades **fuertes**, de elevada intensidad o **débiles**, de intensidad baja. La diferencia de un sonido fuerte a uno débil es si se escucha o no. Contra más fuerte sea (o cuanto más cerca esté), mejor se escuchará. Un sonido muy fuerte, produce dolor en los oídos pero sigue siendo audible.

• **Tono:** También llamado altura, indica si un sonido es alto (violín) o bajo (tambor). El tono está unido a la frecuencia, ya que cuanto menor sea la frecuencia, más bajo es el tono y viceversa. Por esto, se hace una clasificación de las frecuencias: Un sonido es **grave** si la frecuencia es baja, y es **agudo** si la frecuencia es elevada.

• **Timbre:** Si estas escuchando a la vez dos instrumentos que producen un sonido de igual intensidad y de igual tono, sabes diferenciarlos por el timbre. Cuando los instrumentos reproducen una nota, a esta le acompañan sus **armónicos**, que son múltiplos de la frecuencia representada. Gracias a estos armónicos, es posible diferenciar los distintos instrumentos ya que cada uno tiene sus propios armónicos.

• Análisis de un sonido: espectros...

Un espectro es una representación gráfica de un sonido, mediante colores. Un sonido complejo, como por ejemplo un ruido, puede analizarse como un espectro formado por diferentes frecuencias.

Los analizadores de espectros, representan las frecuencias que componen un ruido determinado con diferentes colores. Es algo así como decir que un ruido es la luz blanca, luego las diferentes frecuencias que forman este ruido son los diferentes colores que forman la luz blanca. Y así, dependiendo de los colores que salgan representados, se saben las diferentes frecuencias que forman ese ruido.

5. Nivel de intensidad sonora: Contaminación acústica

Fuente sonora	db
Murmullo	10
Caída de gotas de agua	20
Cuchicheo	25
Conversación a media voz	40
Coche pasando por asfalto	60
Conversación ordinaria	65
Clarinete	67

Orquesta sinfónica	80
Martillo neumático	100
Motor de avión	120

Si a nuestros oídos llega un sonido con una intensidad bastante alta, el oído experimenta una sensación de dolorosa. La unidad que mide la sensación sonora es el **decibelio** (db). El umbral del dolor en la que el oído puede sufrir, está en torno a los 120 db, dependiendo de las diferentes personas.

Un término que lo tenemos muy asociado a la barrera del dolor de un sonido es el **ruido**. El ruido, es un conjunto de sonidos que no siguen una onda, ya que es un conjunto de sonidos desordenados, representado por una línea con puntas.

Aunque no necesariamente un sonido tiene que ser muy fuerte para ser ruido. A veces un ruido muy suave, como el goteo de agua, nos distrae impidiendo concentrarnos. Pero los ruidos más fuertes son, sin duda, más perjudiciales. Los ruidos muy agudos son más dañinos que los graves. Los ruidos muy cortos y muy fuertes, como los martillazos, impactos y explosiones, también son especialmente peligrosos. Un ruido muy fuerte puede llegar a dañar nuestro sistema auditivo totalmente.

Para medir los niveles de ruido, se utiliza un sonómetro. Este aparato mide por medio de un micrófono, la energía que poseen las ondas sonoras que se están propagando. Dependiendo de la intensidad sonora en decibelios, se puede saber el nivel de daño que produce ese ruido.

Cada día se habla más de un problema que tienen las grandes ciudades o los lugares que producen mucho ruido. Se habla de un tipo de contaminación, la **contaminación acústica**. Esta contaminación trae problemas al ser humano como la sordera, estrés, dificultades para dormir, irritamiento, etc... normalmente basados en la dificultad de concentración.

Poco a poco se intenta reducir este problema. Se intentan utilizar materiales absorbentes para aislamientos de viviendas e intentar evitar las grandes vías de circulación en las ciudades. En las carreteras grandes se ven a veces unos paneles, que están para reducir el nivel de ruido producido por los automóviles.

6. **Bibliografía**

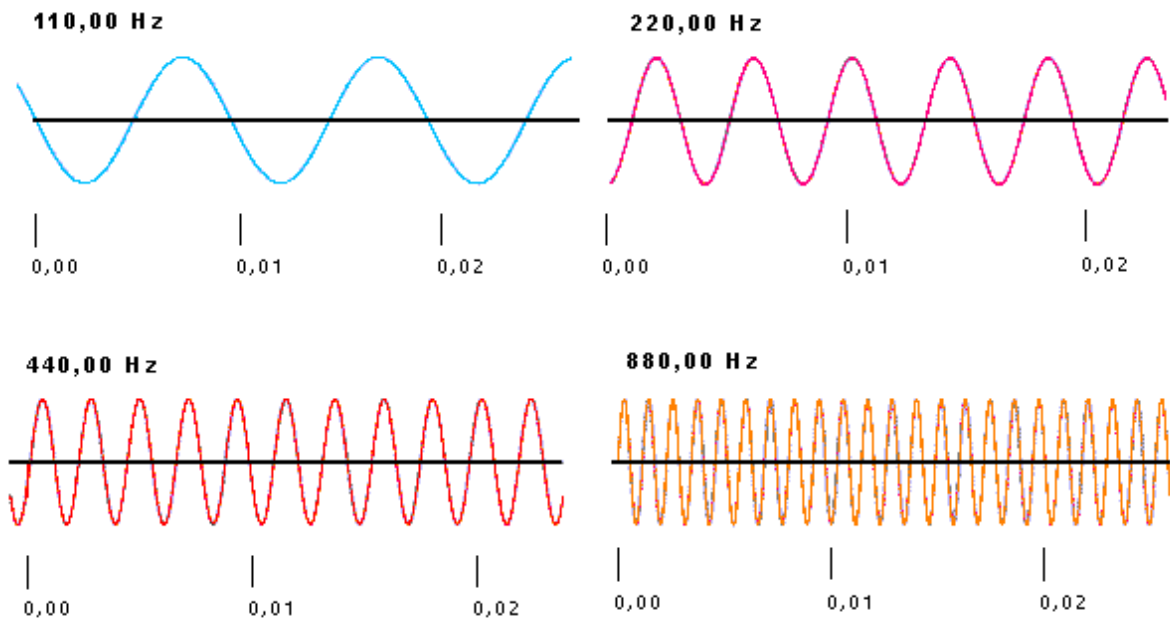
· Bachillerato Logse Física 2 Editorial Anaya

· Internet:

1

Amplitud: Determina el volumen del sonido.

Longitud de onda: Cuanto menor es esta distancia, mayor es la amplitud.



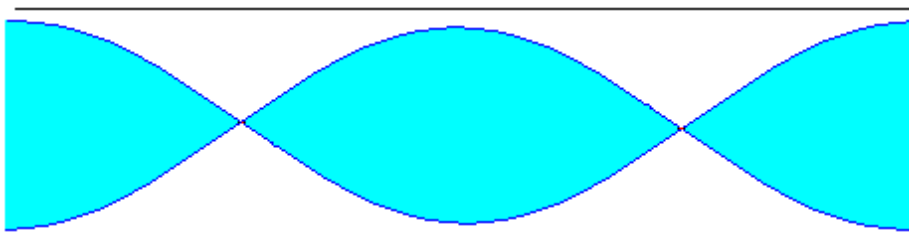
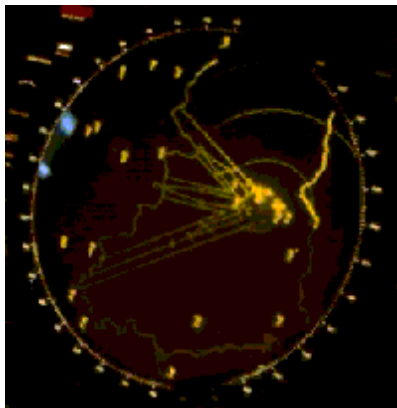
Diferentes ondas según su frecuencia

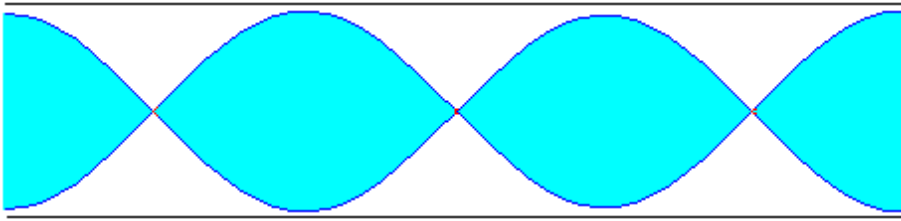
110, 00 Hz

220, 00 Hz

440, 00 Hz

880, 00 Hz





Variación de la presión de aire en un tubo (instrumento de aire)

Representación de la onda estacionaria

En esta tabla se pueden ver los diferentes niveles que alcanzan distintas fuentes de sonido.