



PAC
Preparación Acceso a
CFGS
Física

Vibraciones y ondas. Óptica:
Ondas sonoras

1. Ondas sonoras. Velocidad de propagación

Si has seguido el hilo de los temas anteriores, habrás comprendido que el sonido es una onda con unas cualidades. Si te fijas en este vídeo podrás ver cómo, si se desea, el sonido se puede ver.



[Vídeo](#) de Manuel Ramírez Panatt alojado en Youtube

Para entender esto, piensa en distintas situaciones como: cuando se golpea un tambor, se pellizca un arpa, se cae un bolígrafo, pasa un avión cerca de ti, se habla,..., en nuestro órgano sensor especializado, el oído, acontece una recepción de una onda que es interpretada por nuestro cerebro. Es decir que esas sensaciones nos conducen a un efecto psicofisiológico que denominamos **sonido**.

Es importante que entiendas que la transmisión de la información se realiza mediante ondas. Sabes que una de las funciones vitales de los seres vivos es la relación con el medio circundante, pues a través de la captación de las ondas sonoras se puede percibir lo que nos rodea, de ahí que tenga una vital importancia para una gran parte de los seres vivos, que incluso presentan órganos para producirlo, además de detectarlo.

Imitaciones ave lira



[Vídeo](#) de drvedia alojado en Youtube

Si has visto las imágenes sobre la capacidad que presenta el ave lira de imitar sonidos, te habrá parecido cuanto menos curioso.

Pero centrémonos en el estudio del sonido.

Las **ondas sonoras** requieren un medio material para propagarse. Es decir, en el espacio nadie puede oír tus gritos, como se anunciaba en la película de 1979 *Alien, el octavo pasajero* dirigida por Ridley Scott.

Sepulcral sonido en el vacío



[Vídeo](#) de Espacio de César alojado en Youtube

Como se muestra en el vídeo, al hacer el vacío el despertador deja de escucharse.

Al requerir de materia para su propagación, la onda sonora se clasifica como **onda mecánica** y, además, es una **onda longitudinal**. La propagación de la onda sonora consiste en sucesivas compresiones y dilataciones (vibraciones) del medio de propagación (aire, agua..) sufriendo estas variaciones de presión.

Importante

Se define el sonido como la sensación producida en el órgano sensor, oído, por la vibración de los cuerpos, transmitida por un medio elástico.

Importante

En una onda de sonido la magnitud que se modifica es la presión del aire. En las ondas que hacen posible la emisión de programas de radio se trata de un campo electromagnético que varía de un punto a otro del espacio y en cada instante.

El sonido se propaga a través de los medios materiales. Podrá ser sólido, líquido o gaseoso.

La **velocidad de propagación de la onda sonora dependerá de las características del medio**, así pues se ve influenciada por la elasticidad o rigidez del medio.

Recuerda: si el medio es homogéneo e isótropo la velocidad de propagación es la misma en todas las direcciones. La expresión matemática de la velocidad en función de las magnitudes que caracterizan a la onda sonora es: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$

Tal y como vimos en el primer tema sobre las ondas:

- La velocidad de propagación del sonido depende de las características del medio en el que se propaga. La ecuación adjunta permite calcular la velocidad del sonido en diferentes **gases**:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

(γ es el *coeficiente adiabático*, R la constante de los gases, T la temperatura absoluta y M la masa molar).

- En los **sólidos**, la velocidad de propagación depende de la densidad de éste y del modulo de Young (J)

$$v = \sqrt{\frac{J}{\rho}}$$

- En los **líquidos**, al igual que en los sólidos depende de la densidad del fluido y de la compresibilidad del mismo, la magnitud que rige este último es el módulo de compresibilidad (B).

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

Es fácil deducir, que se propagan más rápidamente las ondas en los sólidos que en los gases, ya que en los primeros las partículas están más cerca.

Ejercicio resuelto



Imagen de Anónimo en INTEF. CC

Piensa en una guitarra, las cuerdas están tensas. Cualquier desplazamiento de la posición de equilibrio provoca una vibración y, por consiguiente, una onda.

Determina la velocidad de propagación de la onda producida al separar de la posición de equilibrio la cuerda de la guitarra, sabiendo que la densidad lineal de la cuerda es $4.77 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}$ y la tensión de la cuerda es de 80 N

Mostrar retroalimentación

Aplicando la expresión:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{80}{4.77 \cdot 10^{-4}}} = 409.5 \frac{m}{s}$$

1.1 Cualidades del sonido: Tono y timbre

El hombre y otros animales son capaces de distinguir entre diferentes tipos de sonidos sin conocer la posición del foco. Esto se debe a las distintas cualidades del sonido.

En esta sección verás el tono y el timbre.

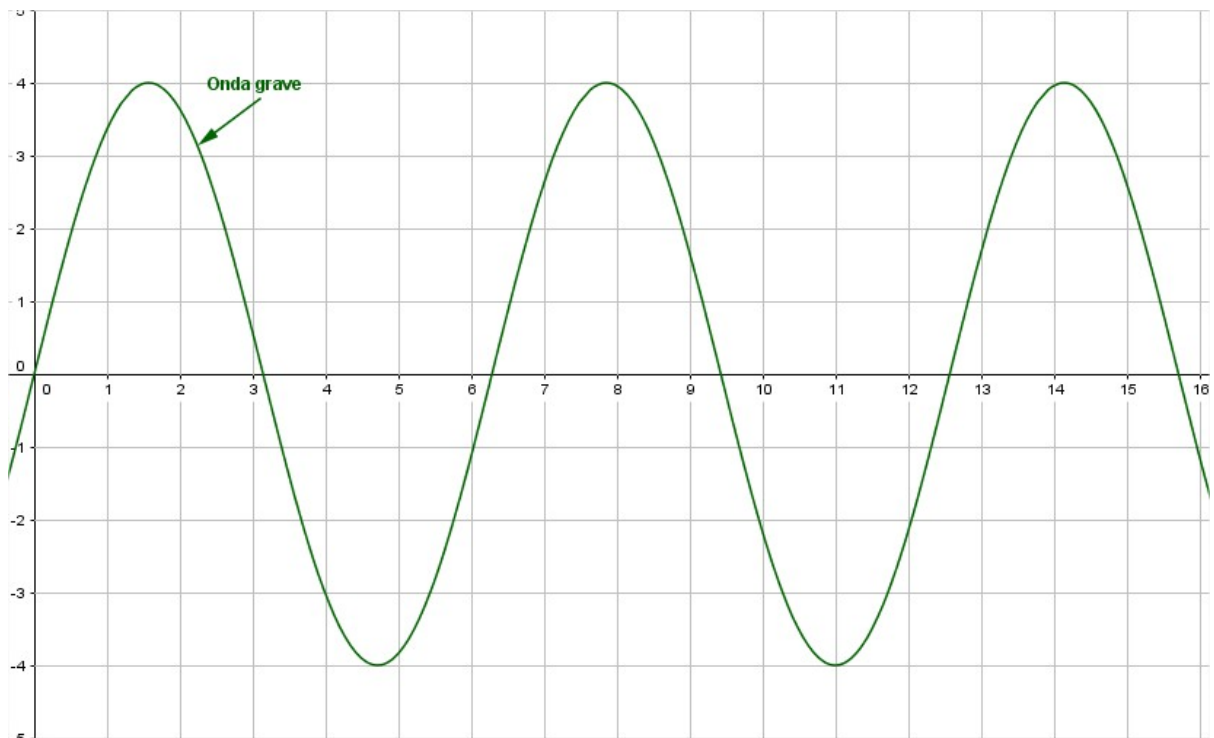


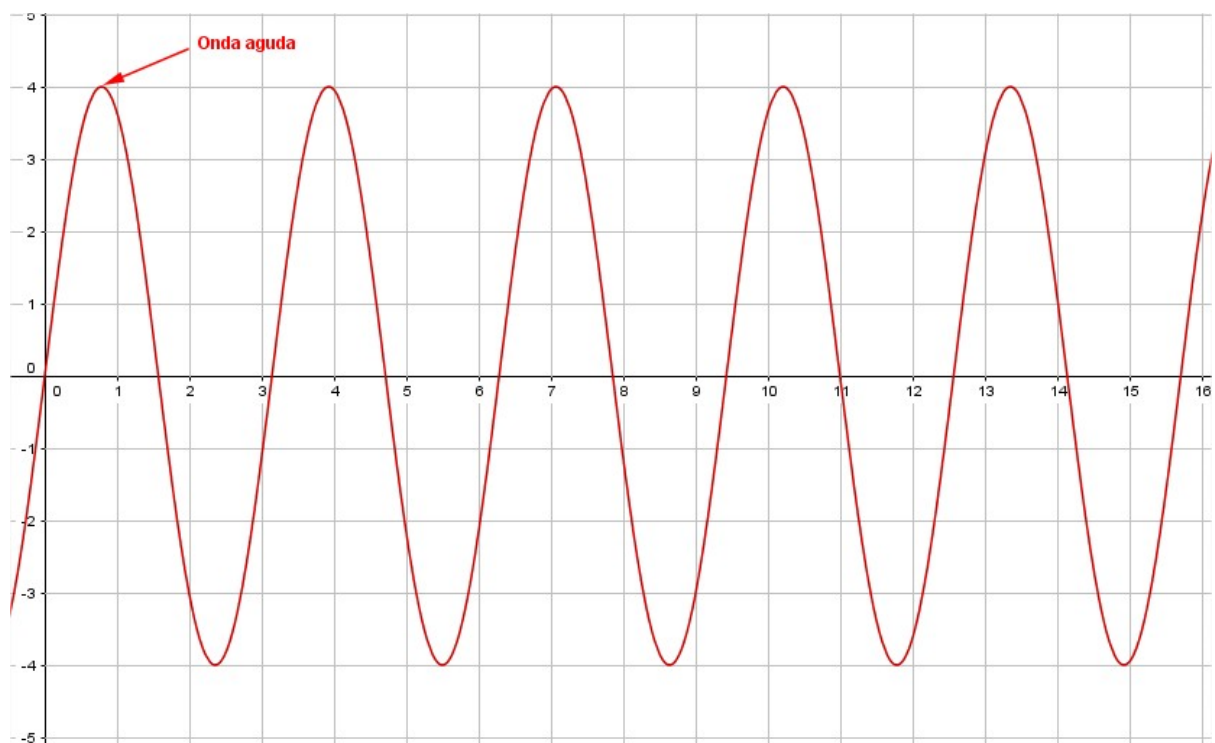
[Imagen](#) de Wollschaf en Wikimedia Commons. [CC](#)

Importante

El tono es la cualidad relacionada con la frecuencia. Los sonidos considerados como graves poseen baja frecuencia y, por el contrario, los agudos se caracterizan por su alta frecuencia.

Con la siguiente imagen te quedará más clara la diferencia:





Imágenes de elaboración propia

Los sonidos considerados como **graves** poseen baja frecuencia y, por el contrario, los **agudos** se caracterizan por su alta frecuencia. Esta clasificación está enmarcada según los parámetros humanos y su capacidad de percepción.

Como consecuencia de este aspecto subjetivo las frecuencias de las ondas sonoras oscilan entre 20 y 20000 Hz. Rebasando los límites anteriores se habla de **ultrasonidos** e **infrasonidos**.

Así pues, las ondas sonoras de 20 Hz corresponden a sonidos muy graves. Para una velocidad de propagación de 340 m/s tiene una longitud de onda asociada de 17 m que es considerada como onda larga.

Las ondas agudas son de 20000 Hz. Su longitud de onda para una velocidad de propagación de 340 m/s corresponden a un valor de 0,017 m, por ello es considerada onda corta, empleada en las transmisiones de radio de grandes distancias.

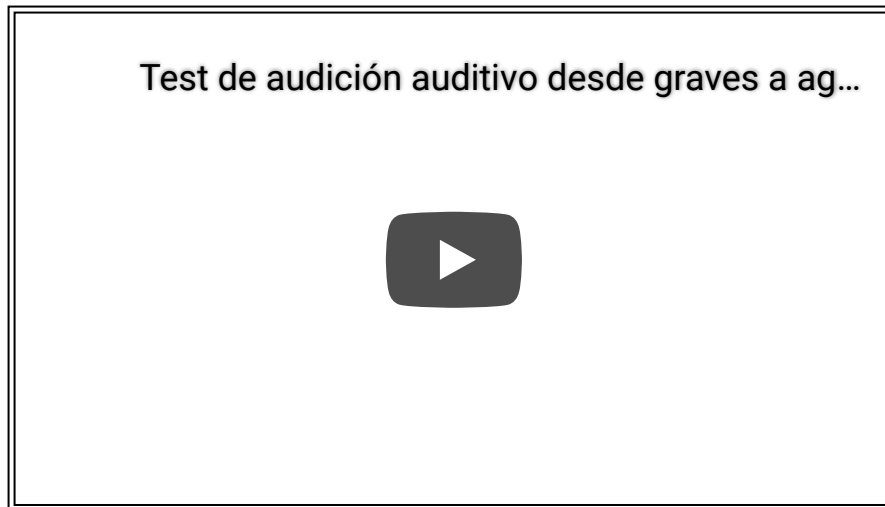
Los ultrasonidos sobrepasan el valor de 20000 Hz. Este tipo de ondas son usadas como radar por murciélagos y delfines y tiene aplicaciones tecnológicas que estudiaremos más adelante.

Los infrasonidos están por debajo del otro umbral, 20 Hz. Los elefantes los utilizan para comunicarse. Las ondas sísmicas van acompañadas de infrasonidos. Pueden tener efectos fisiológicos importantes según la intensidad, ya que pueden ocasionar la muerte.

Curiosidad

Conocimiento previo

En el siguiente vídeo se te ofrece un test de audición, verás cómo el sonido empieza a ser audible a partir de una determinada frecuencia y deja de oírse a valores altos:



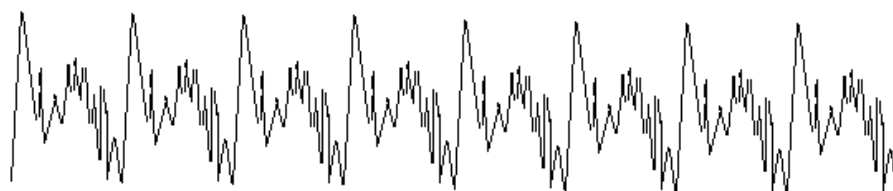
[Vídeo](#) de Don Curiosidades alojado en Youtube

La otra cualidad en la que te debes centrar en este apartado es el timbre.



El timbre es la cualidad que está relacionada con la forma de la onda. Ella permite reconocer entre dos sonidos con la misma intensidad y tono pero emitidos por focos diferentes, sirva de ejemplo, una misma nota emitida por un violín o una flauta.

Para que te quede más claro puedes ver la siguiente imagen que presenta una misma nota musical pero emitida por dos voces distintas:



Mujer



Hombre

Imagen de elaboración propia

1.2 Intensidad del sonido

A veces un sonido fuerte o muy agudo nos puede dañar el oído. Los científicos miden lo fuerte que es un sonido, es decir, la energía que transporta a través de una magnitud que llaman sonoridad. Esta es la tercera cualidad del sonido.

Hablar de sonoridad equivale a hablar de volumen.

Importante

La **sonoridad** es la cualidad por la que se perciben los sonidos con mayor o menor intensidad. Hay, así, sonidos fuertes y sonidos débiles.

La sonoridad se relaciona con la **intensidad** de la onda y ya sabes que esta depende de la amplitud de la onda. En la imagen se representan dos sonidos de igual frecuencia pero distinta intensidad:

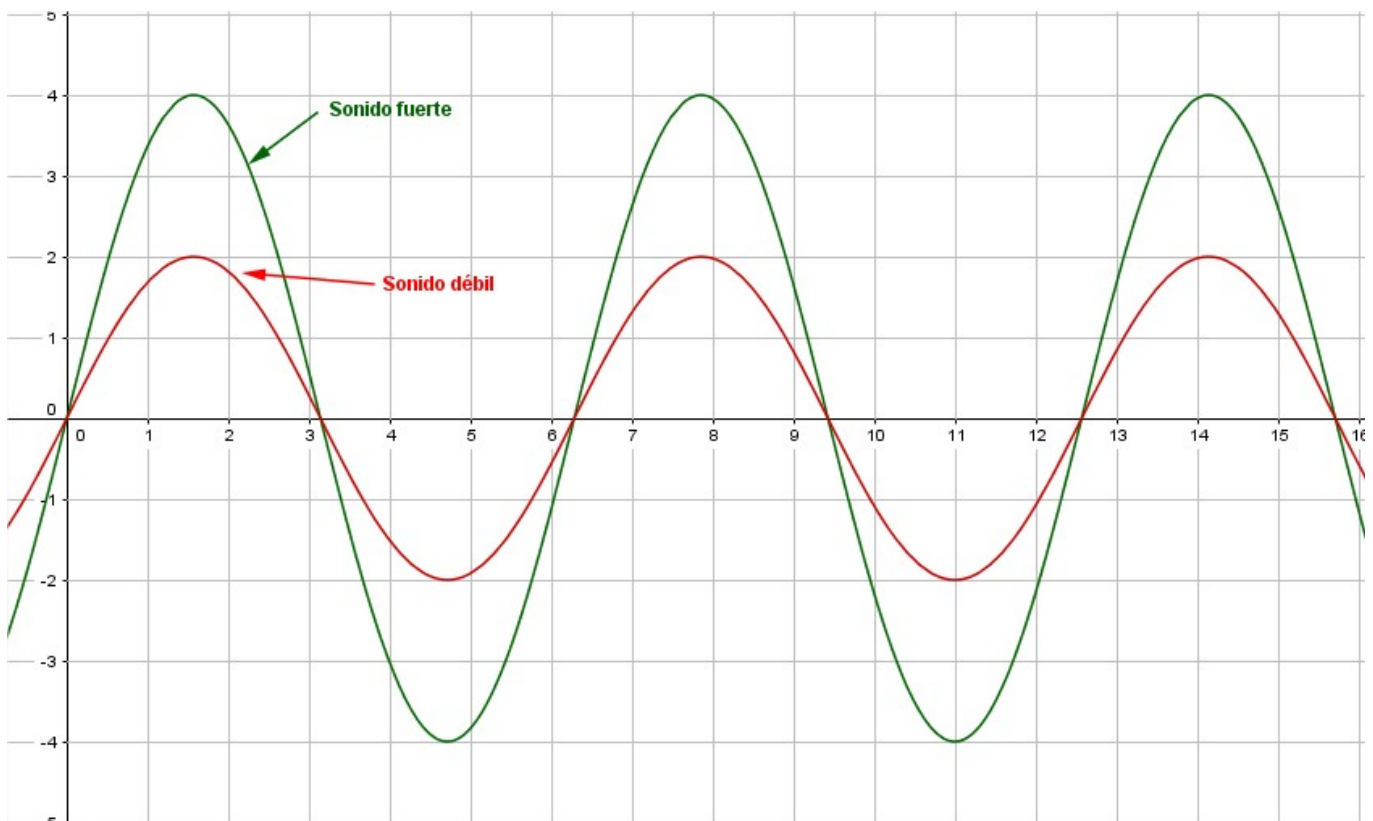


Imagen de elaboración propia

La intensidad es una medida de la energía que transporta la onda y esta disminuye conforme nos alejamos del foco emisor (recuerda que la energía

que transmite la onda por unidad de tiempo y por unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación es inversamente proporcional al área del frente de onda, que a su vez es directamente proporcional al cuadrado del radio de la esfera de la onda con respecto a la fuente emisora: la intensidad disminuye con el cuadrado de la distancia al foco emisor).

La relación que existe entre sonoridad (cualidad subjetiva) e intensidad (característica objetiva) es la siguiente:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

siendo β la sonoridad o nivel de intensidad, I la intensidad y I_0 es la intensidad umbral. I_0 es el valor de referencia, esta referencia es necesaria ya que la sonoridad no es una magnitud absoluta (lo que se mide es el nivel de sonoridad, es decir, cómo de fuerte o débil es un sonido respecto de otro). I_0 coincide con el umbral de audición humana que toma un valor de:

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$$

La unidad que se suele emplear para β es el decibelio, dB, en honor a Alexander Graham Bell.

Ejercicio resuelto

Imagina un estadio con setenta mil gargantas gritando al unísono la palabra **gol**.

Si cada persona grita ese gol con una sonoridad de 80 dB, ¿cuál será la sonoridad del estadio completo?

Mostrar retroalimentación

En primer lugar la escala que se utiliza para determinar la sonoridad no es lineal. Luego no se pueden sumar todos "los gritos". Se debe calcular la intensidad para una persona, luego se determina el total y



Imagen de [Miguel de la Fuente López](#) en INTEF. [CC](#)

determina el total y, finalmente, se establece la sonoridad o nivel de intensidad.

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{\beta}{10}}$$

Sustituyendo valores la intensidad es: $10^{-4} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

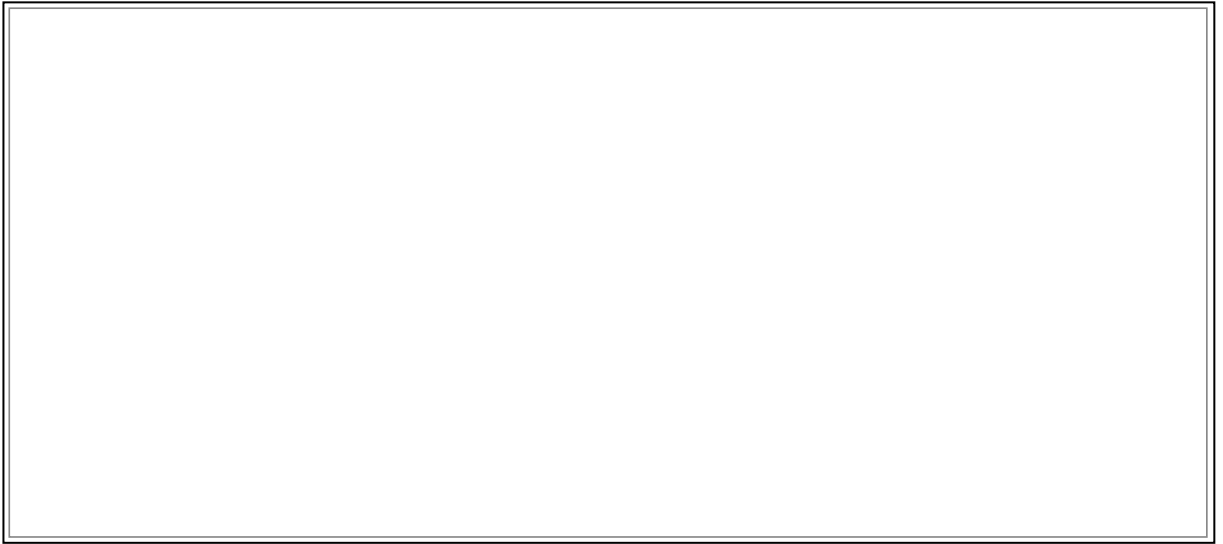
La intensidad producida por los 70.000 focos emisores será el producto del número de focos por la intensidad de cada uno, obteniéndose un valor de $7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Desde la ecuación de la sonoridad

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

y con sólo sustituir se tiene 128.45 dB. Curiosamente, supera el umbral del dolor, pero bueno sólo es un momento de emoción.

En la siguiente animación puedes comprobar cómo variando dos parámetros de la onda sonora, en este caso, frecuencia y amplitud, se perciben cambios en las cualidades del sonido asociadas, es decir varían tono e intensidad (volumen)



[Animación](#) de Orlando Benito Escalona Toro en GeogebraTube. [CC](#)

1.3 Aplicaciones tecnológicas: Ultrasonidos

No todas las ondas sonoras son percibidas por el oído humano. Ya vimos en el apartado anterior que el oído humano solo percibe sonidos de frecuencias comprendidas entre 20 y 20000 Hz. Recuerda:

- Por debajo de una frecuencia de 20 Hz tenemos los infrasonidos.
- Por encima de 20000 Hz tenemos los ultrasonidos.

Los **ultrasonidos** tienen múltiples aplicaciones tecnológicas, algunas de ellas se tratan a continuación:

Ecografías



Los ultrasonidos son muy utilizados en el campo de la medicina.

De hecho las ecografías que permiten ver al feto durante su gestación y aquellas que se realizan para realizar diagnósticos de órganos, basan su fundamento en el uso del ultrasonido.

[Imagen](#) de Guimi en Wikimedia. [CC](#) Así, el ecógrafo emite sobre el área a explorar ondas de ultrasonido, estas chocan y rebotan en forma de eco. Este reflejo es analizado y recogido como imagen.

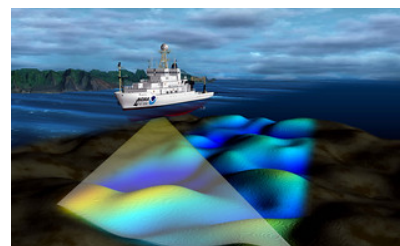
Procedimientos terapéuticos

Los ultrasonidos son utilizados también en el procedimiento llamado *Litotricia*, que es la rotura de los cálculos en el riñón para que puedan ser eliminados por el organismo más fácilmente.

En Fisioterapia se usan los ultrasonidos en tratamientos antiinflamatorios gracias a que la vibraciones que transmiten a los tejidos favorecen su reparación. También son usados en la extracción de cálculos renales y en la limpieza dental.

Sonar

SONAR es el acrónimo de Sound Navigation And Ranging, "navegación por sonido"). Se lleva a cabo para realizar sondeos en el mar. El sonar es una aparato que utilizan los barcos para realizar mediciones de profundidades, también para realizar búsquedas en el fondo del mar, por ejemplo de bancos de peces o de restos de un naufragio.



[Imagen](#) de National Ocean Service en Flickr. [CC](#)

El sonar emite ultrasonidos que se reflejan en el fondo del mar o en los objetos a detectar. Analizando la velocidad y el tiempo en que se registra el eco se sabrá la distancia a la que se encuentran estos.

La distancia puede calcularse de una forma sencilla, si se conoce la velocidad de transmisión de estas ondas en el mar:

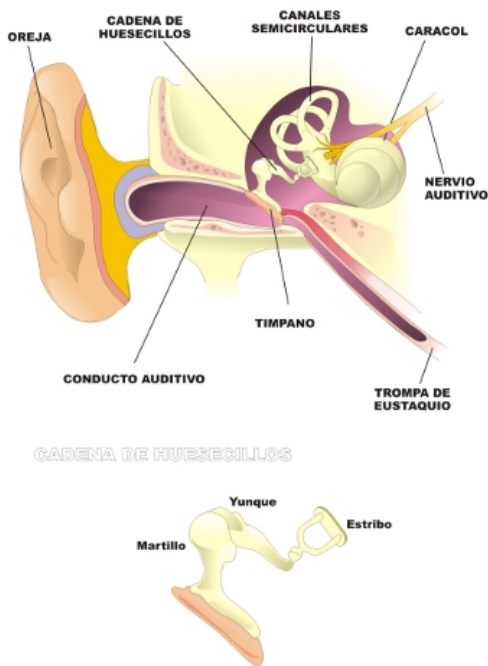
$$d = \frac{v(t_{ida} + t_{vuelta})}{2}$$

Otras aplicaciones

Los ultrasonidos se utilizan también en otros campos muy diversos, ya que se utilizan para llevar a cabo procesos de limpieza: se utilizan ultrasonidos para limpiar elementos electrónicos, de joyería, quirúrgicos, etc.

En el sector metalúrgico encuentra el ultrasonido también su aplicación, ya que se utiliza para realizar soldaduras de metales no ferrosos.

2. El oído humano



(click sobre la imagen para ampliar)

Imagen de [Anónimo](#) en INTEF. [CC](#)

Anatomía y Funcionami...



Vídeo de yepesporto alojado en [Youtube](#)

Aquí te doy a conocer las estructuras que posee el órgano receptor de ondas sonoras ya que, como has visto, somos capaces de producir sonido, también deberemos tener un órgano que pueda recibirlos y enviar la información para ser interpretada.

Como has podido adivinar, ese órgano es el oído. Desde el punto de vista de la histología, la ciencia que se dedica a los tejidos, la estructura de este instrumento de percepción se divide en tres zonas: oído externo, oído medio y oído interno.

La zona externa comienza con el pabellón de la oreja, parte visible. La oreja es un simple repliegue formado casi completamente por cartílago recubierto de piel y adherido al cráneo, se asemeja a un embudo y su función es redirigir las ondas sonoras hacia el conducto auditivo, la siguiente parte. Éste termina en el tímpano, estructura que da comienzo al oído medio.

El oído medio, además del tímpano, también incluye la trompa de Eustaquio y los tres huesos más pequeños de tu cuerpo y elementos vibrantes del oído: martillo, yunque y estribo.

Por último, los encargados de transmitir la información al cerebro vía nervio auditivo se encuentran en el oído interno siendo la cóclea y los canales semicirculares.

3. Contaminación acústica

Ya vimos en el primer tema de esta unidad que las ondas generan un impacto medioambiental. En concreto, las ondas sonoras son el origen de la *contaminación acústica*.

Importante

La **contaminación acústica** consiste en un exceso de sonidos provocados por el hombre en una zona determinada.



Fotografía en Wikipedia. Dominio público

Este exceso puede causar graves daños en la calidad de vida de las personas así como en otras especies animales. En las personas además de alteración del sueño puede provocar dolores de cabeza, pérdida de capacidad auditiva. Las causas principales de esta contaminación son el transporte, las construcciones y la industria.

Para luchar contra la contaminación acústica la primera medida es evitar o reducir la producción de ruidos. Cuando esto no es posible es necesario usar equipos de protección individual. A la hora de construir una vivienda o un local de trabajo se pueden tomar decisiones para aumentar el aislamiento del ruido exterior. Por ejemplo instalando ventanas con doble

acristalamiento. En la Unión Europea existe una Directiva que establece que la exposición diaria de un trabajador no debe superar los 87 decibelios de intensidad sonora.

Los distintos avances tecnológicos de las últimas décadas nos facilitan la vida diaria (electrodomésticos, vehículos,..) si bien es cierto que esto ha conllevado un aumento en el nivel de ruido. Tanto es así que se ha convertido en un grave problema social. Hablamos de la contaminación acústica.

En la imagen siguiente se presenta la escala sonora en decibelios (ESCALA DECIBÉLICA) y posibles fuentes de sonido:

Intensidad	Fuente de sonido
160 dB	explosión
140 dB	despegue de un avión
120 dB	concierto de rock
100 dB	perforadora eléctrica
80 dB	tráfico de la ciudad
60 dB	aspiradora
40 dB	conversación
20 dB	susurro
0 dB	Umbral de audición

Imagen de elaboración propia

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera como límite superior deseable los 65 dB.

Las principales causas de la contaminación acústica están relacionadas con la actividad humana: hábitos relacionados con el ocio, el transporte (tráfico aéreo, vehículos a motor, ferrocarriles), la construcción, las industrias...



[Imagen](#) de GILFAN en Wikimedia Commons. CC

Es indudable que la contaminación acústica no es solo molesta, tiene efectos nocivos sobre la salud. Al evidente problema de pérdida auditiva hay que sumar numerosos trastornos psicológicos:

- insomnio,
- estrés,
- falta de concentración,
- irritabilidad, etc.

Las medidas encaminadas a la reducción del ruido ambiental pasan por amortiguar la propagación del sonido (insonorización de locales y viviendas, pantallas en vías urbanas), prevenir el exceso de ruido (uso de

silenciadores, reducción del tráfico) y lo que no es menos importante: la concienciación de la ciudadanía por un entorno más saludable.



Curiosidad

En la siguiente tabla puedes comprobar, de una forma más detallada, qué niveles de intensidad sonora tienen diferentes fuentes de sonido.

Rango	Intensidad sonora en 10^{-12} W/m ²	Nivel sonoro en dB	Fuente sonora
Nocivo Umbral doloroso	100.000.000.000.000	140	Motor a reacción
	10.000.000.000.000	130	Fuegos artificiales
	1.000.000.000.000	120	Sala de máquinas en navíos
	100.000.000.000	110	Banda de rock
	10.000.000.000	100	Martillo neumático, telar
	1.000.000.000	90	Vehículo pesado, pulido de piezas
Crítico	100.000.000	80	Calle con mucho tráfico
	10.000.000	70	Automóvil particular
	1.000.000	60	Oficina
	100.000	50	
	10.000	40	
	1.000	30	
	100	20	Conversación normal
	10	10	Vivienda tranquila
	1	0	Murmullo de hojas
			Umbral de audición

Datos extraídos del «Protocolo de Vigilancia Sanitaria sobre ruido» editado por el Ministerio de Sanidad y Consumo (2000)

Mapa conceptual

[Mapa conceptual](#) (pdf - 227.13 KB) .

PACFI_U3T3.pdf

1 / 1

Fuentes para el profesorado

Descargar [CMAP](#)

Resumen

Importante

Se define el **sonido** como la sensación producida en el órgano sensor, oído, por la vibración de los cuerpos, transmitida por un medio elástico.

Importante

Una onda sonora es mecánica y longitudinal. En ella, la magnitud que se modifica es la presión del aire. En las ondas que hacen posible la emisión de programas de radio se trata de un campo electromagnético que varía de un punto a otro del espacio y en cada instante.

Importante

El **tono** es la cualidad relacionada con la frecuencia. Los sonidos considerados como graves poseen baja frecuencia y, por el contrario, los agudos se caracterizan por su alta frecuencia.

Importante

El **timbre** es la cualidad que está relacionada con la forma de la onda. Ella permite reconocer entre dos sonidos con la misma intensidad y tono pero emitidos por focos diferentes, sirva de ejemplo, una misma nota emitida por un violín o una flauta.

Importante

La **sonoridad** es la cualidad por la que se perciben los sonidos con mayor o menor intensidad. Hay así sonidos fuertes y sonidos débiles.

Importante

La relación que existe entre sonoridad (cualidad subjetiva) e intensidad (característica objetiva) es la siguiente:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

siendo β la sonoridad o nivel de intensidad, I la intensidad y I_0 es la intensidad umbral. I_0 es el valor de referencia, esta referencia es necesaria ya que la sonoridad no es una magnitud absoluta (lo que se mide es el nivel de sonoridad, es decir, cómo de fuerte o débil es un sonido respecto de otro). I_0 coincide con el umbral de audición humana que toma un valor de:

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$$

La unidad que se suele emplear para β es el decibelio (dB).

Importante

La **contaminación acústica** consiste en un exceso de sonidos provocados por el hombre en una zona determinada.

Ejercicios resueltos

Vamos a practicar ahora algunos ejercicios sobre ondas sonoras



[Imagen](#) de mtmmonline en Pixabay. [Licencia](#)

Ejercicio 1

Ejercicio resuelto



[Imagen](#) de Yrithinnd en Wikimedia Commons. [CC](#)

La frecuencia del sonido emitido por un diapasón es 440 Hz.

Si la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s:

Averigua cuál es la longitud de onda. Sabiendo que el sonido al propagarse por el agua alcanza una velocidad

de fase de 1.500 m/s, ¿qué valor tiene la frecuencia en estas condiciones?, ¿cuál será la longitud de onda?

Mostrar retroalimentación

La frecuencia será la misma en ambos medio, lo que varía de una situación a otra es la longitud de onda. Luego la frecuencia tiene un valor de: 440 Hz.

La longitud de onda en el aire se puede determinar desde:

$$\lambda = \frac{f}{v} = \frac{440}{340} = 1.29 \frac{m}{s}$$

En el agua:

$$\lambda = \frac{f}{v} = \frac{440}{1500} = 0.29 \frac{m}{s}$$

Ejercicio 2

Ejercicio resuelto

(PEvAU) Se hace vibrar una cuerda de guitarra de 0,4 m de longitud, sujeta por los dos extremos.

a) Calcule la frecuencia fundamental de vibración, suponiendo que la velocidad de propagación de la onda en la cuerda es de 352 ms^{-1} .

Mostrar retroalimentación

Al sujetar una cuerda por ambos extremos se condiciona a los mismos. Tales puntos son nodos. Si la amplitud resultante de las ondas estacionarias generada se expresa de la siguiente manera, es posible concluir que existirán otros nodos en posiciones que disten medias longitudes de onda.

$$A_r = 2A \cos(kx)$$

Como la distancia entre los extremos es de 0.4 m. La longitud de onda vendrá dada por:

$$\lambda = \frac{2L}{n} = \frac{0.8}{n}$$

Para obtener la frecuencia fundamental se emplea la relación entre la velocidad de propagación y la longitud de onda, sustituyendo n por uno, si fuera, la segunda frecuencia, se sustituye n por dos y de esta forma se sucederían los valores.

Así pues la frecuencia toma un valor de:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{352}{\frac{0.8}{1}} = 440 \text{ Hz}$$

b) Explique por qué, si se acorta la longitud de una cuerda en una guitarra, el sonido resulta más agudo.

Mostrar retroalimentación

Obviamente, la frecuencia depende de la longitud de la cuerda, así como de la velocidad de propagación

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{\frac{2L}{n}} = \frac{nv}{2L}$$

Así pues, se puede deducir la existencia de una proporcionalidad inversa entre ambas magnitud, frecuencia y longitud de la cuerda. Por ello si la longitud disminuye la

longitud de la cuerda. Por ello, si la longitud disminuye la frecuencia aumenta. para una onda sonora, una de las cualidades, el tono, está íntimamente vinculada con la frecuencia, de tal forma que los tonos agudos tienen una correspondencia con las frecuencias más altas, cuestión que aparece cuando la longitud de la cuerda se ve acortada.

Ejercicio 3

Ejercicio resuelto

(PEvAU) La perturbación, Ψ , asociada a una nota musical tiene por ecuación: $\Psi (x, t) = 5.5 \cdot 10^{-3} \text{ sen } (2764,6 t - 8,11 x) \text{ (S I)}$

a) Explique las características de la onda y determine su frecuencia, longitud de onda, período y velocidad de propagación.

Mostrar retroalimentación

La expresión se refiere a una onda sonora, la misma consiste en una oscilación longitudinal de las partículas del medio, de modo que éstas se acumulan y separan, por este motivo se conocen también por ondas de presión.

Las oscilaciones de las partículas están en la misma dirección en la que se propaga la onda sonora.

Por ello, se puede decir que la perturbación ψ se puede referir a los cambios de presión por el agolpamiento de las partículas.

cabe recordar, que la presión es una magnitud que mide a nivel microscópico los choques de las partículas con las paredes o bien la acumulación de elementos constituyentes de una sustancia en una zona.

Como la amplitud de la onda es muy pequeña, dicha perturbación debe referirse al desplazamiento de las partículas y no a la presión.

La frecuencia de la onda será:

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{2764.6}{2 \cdot \pi} = 440 \text{ Hz}$$

La longitud de onda es:

$$\lambda = \frac{2 \cdot \pi}{k} = \frac{2 \cdot \pi}{9.11} = 0.775 \text{ m}$$

Y, por tanto, la velocidad de propagación viene dada por:

$$v = \lambda \cdot f = 0.775 \cdot 440 = 341 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

El periodo es la inversa de la frecuencia y en este caso tiene un valor de: $T = 2.27 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

b) ¿Cómo se modificaría la ecuación de onda anterior si, al aumentar la temperatura del aire, la velocidad de propagación aumenta hasta un valor de 353 m/s ?

Mostrar retroalimentación

Para las ondas, no varía la frecuencia de las oscilaciones como consecuencia de que esos cambios de posición son provenientes de un foco que responden a una dinámica de oscilación no influenciada por el medio, es decir, independiente de éste.

Se da la circunstancia que la velocidad del sonido aumenta, eso significa que los frentes de onda recorren en un mismo intervalo de tiempo. Evidentemente, desde la relación entre la velocidad de propagación y la longitud de onda se puede observar una relación de proporcionalidad directa entre la velocidad de propagación y la longitud de onda.

Por ello, se puede obtener

$$f = \frac{v_1}{\lambda_1}$$

$$f = \frac{v_2}{\lambda_2}$$

$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2}; \lambda_2 = \frac{v_2 \cdot \lambda_1}{v_1} = \frac{353 \cdot 0.775}{341} = 0.802 \text{ m}$$

Luego el número de onda es $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0.802} = 7.83 \text{ m}^{-1}$

Quedando la nueva ecuación como $\Psi (x, t) = 5.5 \cdot 10^{-3} \text{ sen } (2764,6 t - 7,83 x) \text{ m}$.

Ejercicio 4

Ejercicio resuelto

Las notas musicales son vibraciones de frecuencias determinadas. La nota "La" sirve como referencia para todas las demás y se la denomina "nota de afinar". Esta nota tiene una frecuencia de 440Hz. Si el sonido se propaga en el aire con una velocidad de 340 m/s y en el agua lo hace a 1493 m/s, ¿cuál es su longitud de onda en cada medio?

Mostrar retroalimentación

Como conocemos la frecuencia y la velocidad de propagación, basta sustituir en:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

para obtener:

$$\lambda_{\text{aire}} = \frac{340\text{m/s}}{400\text{Hz}} = 0,773\text{m}$$

$$\lambda_{\text{agua}} = \frac{1493\text{m/s}}{400\text{Hz}} = 3,733\text{m}$$

Ejercicio 5

Ejercicio resuelto

Calcula la distancia a la que se encuentra un barco de un arrecife si la señal del sonar tarda 5 s en retornar.

Dato: $v_{\text{onda}} = 1500 \text{ m/s}$

Mostrar retroalimentación

El tiempo total del viaje será $t = t_{\text{ida}} + t_{\text{vuelta}} = 5 \text{ s}$, de modo que:

$$d = \frac{v \cdot (t_{\text{ida}} + t_{\text{vuelta}})}{2} = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{1500 \cdot 5}{2} = 3750m$$

Ejercicio 6

Ejercicio resuelto

Cuando una persona habla en voz alta, su sonido tiene una intensidad 500 veces mayor que cuando susurra. ¿Qué diferencia en dB habrá entre los niveles de intensidad de ambos sonidos?

Mostrar retroalimentación

Para el sonido en voz alta:

$$\beta_1 = 10 \cdot \log \frac{I_1}{I_0} = 10 \cdot \log \frac{500 \cdot I_2}{I_0} = 10 \cdot \log 500 + 10 \cdot \log I_1 - 10 \cdot \log I_0$$

mientras que para el susurro:

$$\beta_2 = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_0} = 10 \cdot \log I_1 - 10 \cdot \log I_0$$

donde se han tenido en cuenta las propiedades de los logaritmos ($\log A \cdot B = \log A + \log B$ y $\log \frac{A}{B} = \log A - \log B$) y que $I_1 = 500 \cdot I_2$. Así, la diferencia entre niveles sonoros será:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \log 500 + 10 \cdot \log I_1 - 10 \cdot \log I_0 - (10 \cdot \log I_1 - 10 \cdot \log I_0) = 10 \cdot \log 500 = 27 \text{ dB}$$

Imprimible

Descargar [imprimible](#) (pdf - 1244.38 KB)

PAC_FI_-_U3_T3__Vibraciones_y_ondas._... 1 / 26

Aviso Legal

Aviso Legal

El presente texto (en adelante, el "**Aviso Legal**") regula el acceso y el uso de los contenidos desde los que se enlaza. La utilización de estos contenidos atribuye la condición de usuario del mismo (en adelante, el "**Usuario**") e implica la aceptación plena y sin reservas de todas y cada una de las disposiciones incluidas en este Aviso Legal publicado en el momento de acceso al sitio web. Tal y como se explica más adelante, la autoría de estos materiales corresponde a un trabajo de la **Comunidad Autónoma Andaluza, Consejería de Educación y Deporte (en adelante Consejería de Educación y Deporte)**.

Con el fin de mejorar las prestaciones de los contenidos ofrecidos, la Consejería de Educación y Deporte se reserva el derecho, en cualquier momento, de forma

