

PROPÓSITO:

Entender las leyes que gobiernan algunas propiedades de las ondas como reflexión, refracción, difracción, interferencia

MOTIVACIÓN:

El primero en estudiar la velocidad del sonido fue **Isaac Newton** en su tratado *Principia*, escrito en el año 1687. Para esto escuchó los ecos generados por un ruido, y la distancia recorrida, para ver finalmente **la velocidad del sonido**. Sin embargo, fue medida por primera vez por los físicos italianos Giovanni Alfonso Borelli y Vincenzo Viviani, que en 1660 midieron el tiempo entre que veían la luz de un arma y escuchaban el **sonido**, determinando que se producía a 350 metros por segundo. Al día de hoy el valor que se utiliza es 344 metros por segundo.

EXPLICACIÓN:**GUIA 02 y 03**

Conceptualización Las ondas

Podemos considerar que las ondas son unidimensionales, bidimensionales o tridimensionales según el número de direcciones en que se propagan.

- Si la vibración transmitida es perpendicular a la dirección de propagación, la onda es transversal. Si la vibración es paralela a la dirección de propagación, la onda es longitudinal. En ambos casos empleamos las mismas magnitudes características.
- Periodo (T) Es el tiempo que tarda un punto alcanzado por la onda en terminar una vibración completa. • Frecuencia (f) Inversa del periodo, nos mide el número de ondas que pasan por un punto en la unidad de tiempo.
- Longitud de onda (λ) es la distancia mínima entre dos puntos que se encuentran en la misma fase.
- Velocidad de propagación Nos mide el espacio recorrido por unidad de tiempo una fase de la onda. Se cumple que $V = \lambda / T$
- La ecuación de ondas describe el estado de vibración de cualquier punto alcanzado por las ondas en una posición y momento determinados. En su forma más simple, para una onda unidimensional, esta ecuación es: $Y = A \cdot \sin(\omega \cdot t - k \cdot x)$.

En esta ecuación: ω es la frecuencia angular, mientras que k es el número de ondas.

El sonido ¿Como se produce el sonido?

Son ondas longitudinales que se producen como consecuencia de una compresión del medio a lo largo de la dirección de propagación.

El sonido, se propaga únicamente en medios materiales que hagan de soporte de la perturbación, por tanto, no se propaga en el vacío. Para que haya sonido deben de existir varios elementos:

- Un foco emisor que produzca las vibraciones.
- Un medio material elástico que las propaga.
- Un detector, que en el caso de los seres humanos y el resto de los animales es el oído.

Las cuerdas vocales, la guitarra, una moto, un avión...emiten un sonido cuando vibran. Para que estas vibraciones sean percibidas por nuestros oídos es necesario un medio elástico que lo transmita.

Cuando las ondas viajeras alcanzan el oído externo, penetran por el conducto auditivo y llegan al

tímpano que vibra en sintonía con la onda. El tímpano transmite la vibración a varios huesecillos en cadena (martillo, yunque y estribo) y a continuación, a través de endolinfa, la vibración llega al caracol y de ahí al cerebro.



Velocidad de propagación

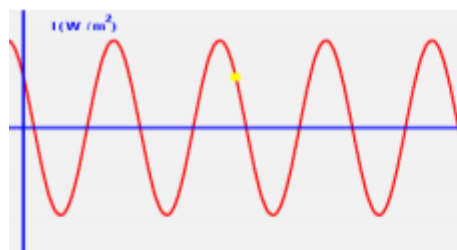
El sonido, a diferencia de otras "perturbaciones" que se propagan en medios materiales, lo hace tridimensionalmente, es decir la "perturbación" llega a cualquier punto del espacio. Por ser una onda mecánica, la rapidez de su propagación depende del medio de propagación elástico. La velocidad de propagación de la perturbación, dependerá de la proximidad de las partículas del medio y de sus fuerzas de cohesión. Así, la velocidad de propagación será mucho mayor en los sólidos que en los líquidos, y sobre todo, que en los gases. A la presión normal de 1 atm y 20°C, en un ambiente seco, la velocidad del sonido es de 5600 m/s en el acero, 1460 m/s en el agua y 340 m/s en el aire.

Cualidades del Sonido

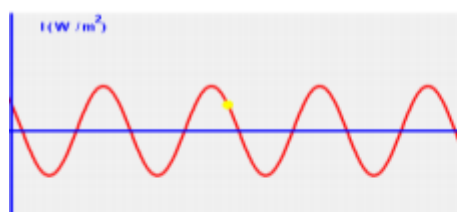
Los sonidos se diferencian unos de otros por sus cualidades fundamentales: • Intensidad sonora • Tono • Timbre • Resonancia • Reflexión: Eco y reverberación • Refracción.

Intensidad: Como todo movimiento ondulatorio, el sonido transporta energía que depende de la vibración que lo produzca. La intensidad sonora, I , se define como la energía transmitida por la onda sonora que atraviesa la unidad de superficie en cada unidad de tiempo. En el S.I se mide en $J/m^2 s$ o W/m^2 . Cuanto mayor sea la amplitud de la onda, A , mayor será su intensidad. Por lo tanto el sonido se oirá más fuerte.

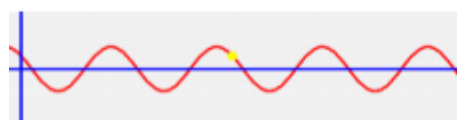
La sonoridad es la cualidad del oído que le permite distinguir entre los sonidos fuertes y débiles. La unidad de sonoridad es el belio, B, pero generalmente se expresa en decibelios, dB. El nivel cero de sonoridad corresponde a una intensidad física de $10^{-12} W/m^2$, mínima sonoridad que percibe el oído humano normal. Este valor recibe el nombre de umbral de sonoridad y equivale a un sonido puro de 100 Hz.



Sonido fuerte



Sonido medio



Sonoridad (dB)	Sonido de referencia
0	Umbral de sonoridad
20	Conversación en voz baja
40	Ruido a intensidad media
60	Conversación en voz alta
100	Tráfico intenso
120	Avión al despegar, perforadora, sierras mecánicas...

Tono: Una cualidad importante del sonido es el Tono, o lo que es lo mismo la Frecuencia con la que vibran las partículas del medio. Dicha frecuencia (f) determina que un sonido sea Agudo o Grave según su valor.

- Sonidos graves: 20 a 256 Hz.
- Sonidos medios de 256 a 2.000 Hz.
- Sonidos agudos de 2.000 a 16.000 Hz.

La velocidad del sonido es constante para cualquier frecuencia, por lo tanto, la longitud de onda, (λ) de los sonidos agudos es menor que la de los graves, ya que a mayor frecuencia, menor longitud de ondas y viceversa. $v = \lambda f$

El oído humano no es sensible a los sonidos inferiores a 20 Hz (infrasonidos) ni a los sonidos superiores a 20.000 Hz (ultrasonidos)

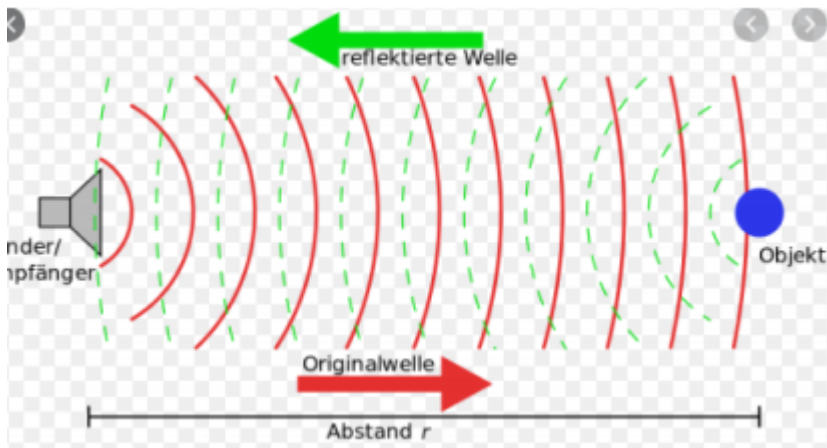
Timbre: A través del timbre somos capaces de diferenciar, dos sonidos de igual frecuencia fundamental o (tono), e intensidad. El timbre es la cualidad del sonido que permite distinguir la misma nota musical (frecuencia) producida por dos instrumentos musicales distintos, por los armónicos que acompañan al tono fundamental. Los armónicos son como rizos de la onda fundamental y su frecuencia es múltiplo entera de ella.

Resonancia La resonancia acústica, consiste en la vibración de un objeto inducido por otro próximo a él. Por ejemplo, el cristal de las ventanillas de un coche vibra cuando pasa un camión. La razón es que algún sonido del ruido que emite el camión al pasar oscila con la misma frecuencia que el cristal es capaz de hacerlo.

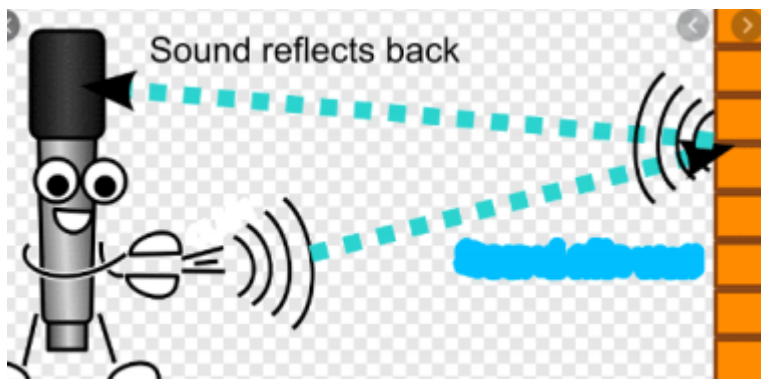
¿Cómo se puede romper una copa con la voz? El sonido de la voz "golpea" la copa y la hace vibrar en resonancia. Si mantenemos el sonido de la voz en el tiempo la copa recibe cada vez más "golpes", es decir recibe una onda con la misma frecuencia con la que está oscilando, pero la amplitud de oscilación aumenta en cada empujón y llega a romper la copa. La resonancia se produce también si una frecuencia es múltiplo de la otra.

Reflexión Una onda se refleja (rebota) cuando topa con un obstáculo que no puede traspasar ni

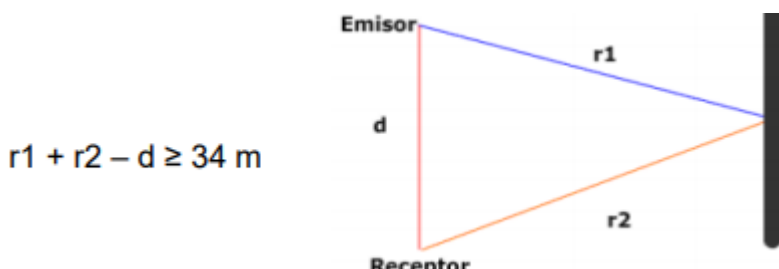
rodear. No todas las ondas sonoras tienen el mismo comportamiento. Las bajas frecuencias tienen una longitud de onda muy grande, por lo que son capaces de rodear la mayoría de obstáculos (difracción), sin embargo, las altas frecuencias no rodean los obstáculos, se reflejan (reflexión). En la reflexión, el ángulo de la onda reflejada es igual al ángulo de la onda incidente, de modo que si una onda sonora incide perpendicularmente sobre la superficie reflectante, vuelve sobre sí misma. En acústica esta propiedad de las ondas es aprovechada para aislar y dirigir el sonido de un auditorio mediante altavoces o placas reflectoras.

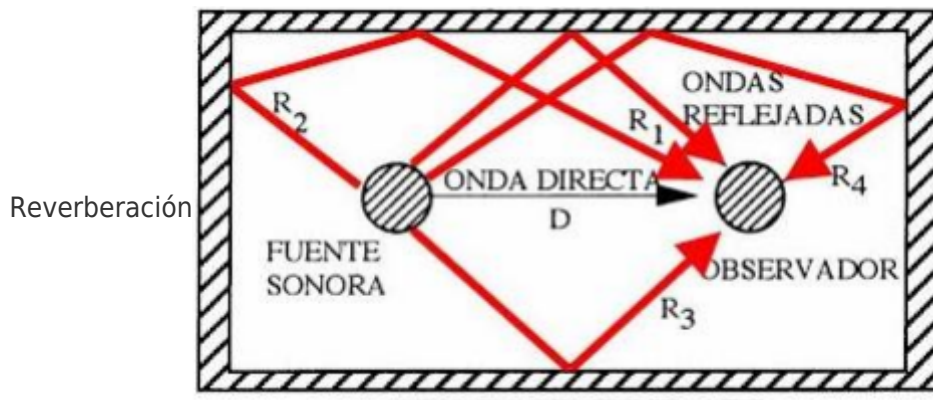


Eco: Como todo movimiento ondulatorio, el sonido se refleja y vuelve al mismo medio elástico después de chocar contra superficies reflectoras. Si el sonido es intenso y la superficie reflectora está lo suficientemente alejada un mismo observador puede percibir, por separado, el sonido emisor y el reflejado. A este fenómeno se le llama eco.



Para oír el eco es necesario que ambos sonidos estén separados en el tiempo por 0,1 s (límite del oído humano para poder oír dos sonidos sucesivos). En este tiempo el sonido recorre 34 m, diferencia mínima que debería de haber entre el camino directo y el camino reflejado para poder oír el eco. De tal forma que:





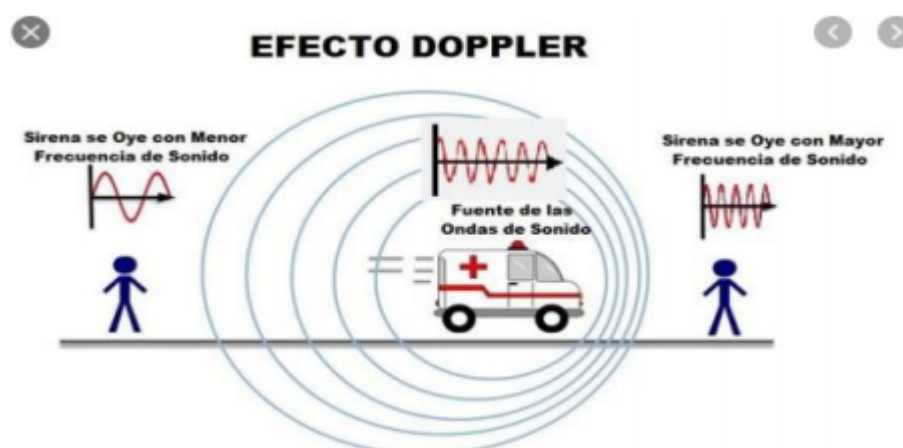
La reverberación es un fenómeno derivado de la reflexión del sonido. Se produce en lugares cerrados amplios y vacíos. Consistente en una ligera prolongación del sonido una vez que se ha extinguido el original, debido a las ondas reflejadas. Estas ondas reflejadas sufrirán un retardo no superior a 0,1 s. Cuando el retardo es mayor ya no hablamos de reverberación, sino de eco. En salas de conciertos, teatros y cines se emplean materiales absorbentes para evitar la reverberación.

Sin embargo, una ausencia de reverberación resta sonoridad y calidad a la música. De ahí que las salas se diseñen de forma adecuada para conseguir la mejor audición.

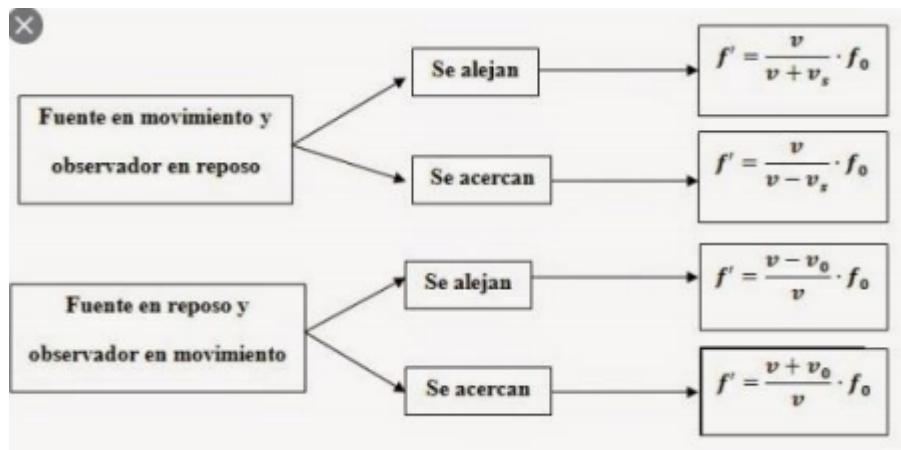
Refracción: La refracción es el fenómeno por el cual las ondas sonoras cambian de velocidad y dirección cuando pasan de un medio a otro diferente. La refracción también puede producirse dentro de un mismo medio, cuando las características de éste no son homogéneas, cuando de un punto a otro aumenta o disminuye la temperatura. Por ejemplo, por la noche, el aire cercano a la superficie terrestre está más frío que el que está a mayor altura.

Un sonido producido en la superficie se refracta hacia las capas superiores donde su velocidad es mayor. Una reflexión devuelve el sonido al suelo permitiendo que sea oído a grandes distancias. A diferencia de lo que ocurre en la reflexión, en la refracción, el ángulo refractado no es igual al de incidencia.

Efecto Doppler



Un tren circula por un tramo de vía recta paralelo a una carretera a 90 Km/h hace sonar su silbato con una frecuencia de 500 Hz. En sentido contrario, acercándose al tren, circula un automóvil a 72 km/h. ¿Con qué frecuencia oírás el conductor del coche el silbato del tren? Este efecto fue estudiado por Cristian Doppler, consiste en la variación del tono de cualquier tipo de onda emitida o recibida por un objeto en movimiento. El tono de un sonido emitido por una fuente que se aproxima al observador es más agudo que si la fuente se aleja.



Contaminación acústica

Se llama contaminación acústica al exceso de sonido que altera las condiciones normales del medio ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente.

El término contaminación acústica hace referencia al ruido excesivo y molesto, provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas. Un sonido molesto que puede producir efectos nocivos fisiológicos y psicológicos para una persona o grupo de personas.

Aplicaciones de las ondas sonoras

Las ondas sonoras tienen muchas y variadas aplicaciones en la actualidad.

- Música: producción de sonido en instrumentos musicales y sistemas de afinación de la escala.
- Electroacústica: tratamiento electrónico del sonido, incluyendo la captación (micrófonos y estudios de grabación), procesamiento (efectos, filtrado, compresión, etc.), amplificación, grabación, producción (altavoces) etc.
- Acústica fisiológica: estudia el funcionamiento del aparato auditivo, desde la oreja a la corteza cerebral.

Según la OMS (organización Mundial de la Salud) se considera los 50 dB como el límite superior deseable. En España, se establece los 55 dB como nivel de confort acústico. Por encima de este nivel, el sonido resulta pernicioso para el descanso y la comunicación.

Acústica fonética: análisis de las características acústicas del habla y sus aplicaciones.

Arquitectura: tiene que ver tanto con diseño de las propiedades acústicas de un local a efectos de fidelidad de la escucha, como de las formas efectivas de aislar del ruido los locales habitados.

El sonar, acrónimo de Sound Navigation And Ranging, navegación y alcance por sonido, es una técnica que usa la propagación del sonido bajo el agua (principalmente) para navegar, comunicarse o detectar otros buques.

Ampliación El sonar puede usarse como medio de localización acústica funcionando de forma similar al radar, con la diferencia de que en lugar de emitir señales de radiofrecuencia se emplean impulsos sonoros. De hecho, la localización acústica se usó en aire antes que el radar, siendo aún de aplicación el SODAR (la exploración vertical aérea con sonar) para la investigación atmosférica.

El término «sonar» se usa también para aludir al equipo empleado para generar y recibir el sonido. Las frecuencias usadas en los sistemas de sonar van desde las infrasónicas a las ultrasónicas

La ecografía, ultrasonografía o ecosonografía es un procedimiento de imagenología que emplea los ecos de una emisión de ultrasonidos dirigida sobre un cuerpo u objeto como fuente de datos para formar una imagen de los órganos o masas internas con fines de diagnóstico. Un pequeño instrumento "similar a un micrófono" llamado transductor emite ondas de ultrasonidos. Estas ondas sonoras de alta frecuencia se transmiten hacia el área del cuerpo bajo estudio, y se recibe su eco. El transductor recoge el eco de las ondas sonoras y una computadora convierte este eco en una imagen que aparece en la pantalla.

La litotricia es una técnica utilizada para destruir los cálculos que se forman en el riñón, la vejiga, los uréteres o la vesícula biliar. Hay varias formas de hacerla, aunque la más común es la litotricia extracorpórea (por fuera del cuerpo) por ondas de choque. Las ondas de choque se concentran en los cálculos y los rompen en fragmentos diminutos que luego salen del cuerpo en forma natural durante la micción.

El telémetro ultrasónico se basa en la emisión de un ultrasonido que se refleja en el blanco y el telémetro recibe el eco. Por el tiempo transcurrido y la fase del eco, calcula la distancia al blanco.

EJERCICIOS:

1. Que es un movimiento ondulatorio
2. Escribe la definición de cada una de las características de las ondas (amplitud, longitud de onda, periodo, frecuencia y velocidad de propagación)
3. Expresa en un mapa conceptual los tipos de ondas según las dimensiones de propagación, Según el tipo de medio en el que se propagan y Según la dirección en que vibran las partículas del medio y explica claramente cada una de ellas
4. Que elementos se necesitan para que se produzca el sonido

EVALUACIÓN:

1. Como llega el sonido hasta nuestro cerebro, explique claramente el proceso desde que llega al oído.
2. Como varía la velocidad del sonido? De que depende?
3. Explique cada una de las propiedades del sonido
4. A que se le llama umbral del sonido
5. Explique con sus palabras en que consiste el efecto Doppler

BIBLIOGRAFÍA: