



MINISTERIO DE EDUCACIÓN

DINFOCAD/UCAD

DINESST/UDCREES

PLANCAD
SECUNDARIA 2000

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE



Fascículo Autoinstructivo

3.5

**EL SONIDO,
SU NATURALEZA
Y APLICACIONES**

Producción y Publicación:
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DINFOCAD/UCAD/PLANCAD
Van de Velde 160 San Borja
Lima.

Autoría:
UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
Facultad de Educación

Equipo de Trabajo:
Alina Gómez Loarte
Luis Huamán Mesía
Carmen Lauro Guzmán
Daniel Quineche Meza
César Serra Guerra
Irma Zúñiga Estrada

Corrección de Estilo:
Juan Carlos Castillo Cruzado

Diagramación:
Miguel Incio Barandiarán
Rosa Támara Sarmiento

Revisión de textos:
PLANCAD:
Jorge Jhoncon Kooyip
UDCREES:
Elizabeth Quinteros Hajar
Héctor Yauri Benites

Índice

I.	Naturaleza del sonido	
1.1	Origen del sonido	1
1.2	Vibración	1
1.3	Ondas	1
1.3.1	Elementos de onda	2
1.3.2	Clases de onda	3
1.3.3	Ondas producto de Fenómenos Ondulatorios	3
1.3.4	Movimiento ondulatorio	5
1.4	Diferencia entre ruido y sonido	5
II.	Características del sonido	
2.1	Propiedades	6
2.1.1	Transmisión	6
2.1.2	Velocidad	7
2.1.3	Intensidad	8
2.1.4	Frecuencia	8
2.1.5	Resonancia	8
2.2	Niveles sonoras y su medición	8
2.2.1	Nivel de potencia sonora	8
2.2.2	Nivel de presión sonora	9
2.2.3	Nivel de intensidad sonora	9
2.2.4	Instrumentos de medida acústica	9
2.3	Fenómenos Ondulatorios del sonido	10
2.3.1	Interferencia	10
2.3.2	Efecto Doppler - Fizeau	12
2.3.3	Reflexión del sonido	12
2.3.4	Refracción del sonido	13
2.3.5	Difracción del sonido	14
2.4	Propagación del Sonido	15
2.4.1	Propagación en espacios abiertos	15
2.4.2	Propagación en espacios cerrados	15
III.	Audición y ruido	
3.1	Características de la audición	17
3.2	El ruido	
3.2.1	Concepto	20
3.2.2	Transmisión del ruido	20
3.2.3	Efectos fisiológicos del ruido	21
3.3	Pérdida de la audición por exposición al ruido	22
3.4	Aparatos de protección auditiva	23
IV.	Control de ruido	
4.1	Técnicas de control de las vibraciones y sonido	24
4.2	Control de ruido en la vida cotidiana	24
4.3	Ruido y legislación	25
4.5	Estudio de impacto ambiental	26
	Glosario	28
	Bibliografía	28

INTRODUCCIÓN A LOS MODULOS PLANCAD

En la actualidad, los docentes de educación secundaria, del área de ciencia, tecnología y ambiente, tienen que enfrentar muchas dificultades para acceder a información especializada reciente que les permita profundizar en contenido científico actualizado; y, en forma paralela, familiarizarse y manejar estrategias metodológicas dinámicas para facilitar a sus alumnos el aprendizaje del área.

Por ello, el Ministerio de Educación, a través del programa de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Peruana y del Plan Nacional de Capacitación Docente 2000 (PLANCAD-MECEP), con la colaboración de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, a través de la Dirección de Educación Continua, de su Facultad de Educación, ha elaborado cuatro módulos autoinstructivos para satisfacer esta necesidad y así contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación nacional, vía el enriquecimiento personal y profesional del potencial humano que existe en el cuerpo docente del país.

Cada módulo consiste en ocho (8) fascículos monotemáticos¹, con contenidos seleccionados de entre aquellos que conforman la estructura curricular básica para educación secundaria, en el área de ciencia, tecnología y ambiente.

Cada fascículo, a su vez, ha sido desarrollado para cubrir dos aspectos fundamentales de la actividad educativa. Por un lado, contiene información científica actualizada, trabajada de manera accesible para ser asimilada con facilidad y, al mismo tiempo, adecuarla a las necesidades y posibilidades de acción en el aula. Por otro lado, y aunque este no es su objetivo central, ofrece algunas estrategias metodológicas dinámicas que promueven la participación activa en el análisis de los temas y materiales presentados en una situación de aprendizaje para facilitar, en los alumnos, la construcción de sus propios conocimientos.

La estructura del fascículo está diseñada para ser desarrollado a través de tres momentos de actividad en su manejo.

- Actividades iniciales o de entrada.
- Actividades de proceso, incluyendo acciones de investigación-experimentación
- Actividades de salida o finales

Al final de cada fascículo, se presenta una síntesis de los contenidos tratados, seguida de una autoevaluación final. Se incluye, también, un glosario básico que explica o define aquellos términos que son nuevos, o que aún siendo conocidos, son a menudo utilizados erróneamente. El fascículo se completa con unas referencias bibliográficas acerca de los materiales consultados o que pudieran servir para una mayor profundización en función del interés del docente usuario de este material.

Ahora, apreciado amigo y colega te invitamos a conocer este fascículo que ponemos en tus manos y a disfrutar con él, tratando de redescubrir y entender como funciona el universo y el mundo en que vivimos y enriquecerte, personal y profesionalmente, para cuidarlo mejor.

¹ Esto es, elegidos en un campo temático especial o referidos a un tema específico (de allí lo de monotemático) del saber humano, pero analizados desde varios de sus diferentes aspectos constitutivos, con el auxilio de instrumentos cognoscitivos y metodológicos de diferentes disciplinas curriculares.

I. NATURALEZA DEL SONIDO

1.1 ORIGEN DEL SONIDO

Realiza el siguiente experimento:

Infla un globo grande, y presiona el pico para que no salga el aire luego suéltalo hasta que pierda todo el aire.

Ahora contesta:

¿Qué sucede con el globo?

¿Qué sucede con el pico del globo?

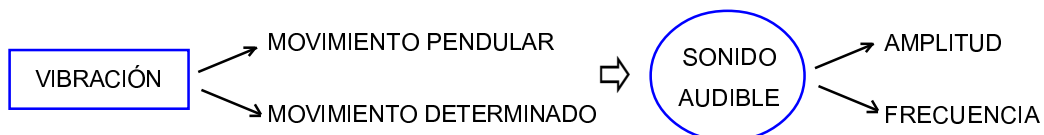
¿Cómo se denominó a este fenómeno?

Bien, debes haber visto que el pico del globo se mueve de forma ondulatoria y con el paso del aire emite un sonido. Esto nos demuestra que el sonido es producido por movimientos vibratorios, que se irradian generalmente a través del aire y son percibidos por nuestros oídos.

Con la finalidad de comprender mejor la naturaleza del sonido estudiaremos las vibraciones y ondas como elementos fundamentales de este fenómeno.

1.2 VIBRACIÓN

Es el movimiento oscilatorio de vaivén periódico de amplitud variable alrededor de un punto de equilibrio. Toda vibración induce el movimiento de las moléculas de los cuerpos elásticos alrededor de sus posiciones naturales de equilibrio en un tiempo determinado. Estas vibraciones ocurren en un tiempo determinado para ir oscilando de un lado a otro. Esto puede ser percibido luego de golpear una campana, observando que las vibraciones seguirán durante cierto tiempo antes de cesar y dejar de escuchar el sonido.



¿Sabías que?

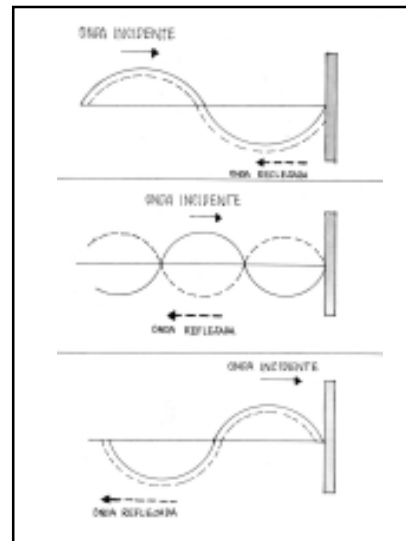
El movimiento vibratorio de ida y vuelta (oscilatorio) de un péndulo se llama **Movimiento Armónico SIMPLE***. Esto se demuestra experimentalmente a través de un péndulo con un cono lleno de arena sobre una superficie transportadora. Cuando el péndulo oscila sobre una superficie inmóvil, la arena traza una línea recta y cuando la superficie está en movimiento rápido constante, traza una curva senoidal. Esta última describe gráficamente una ONDA.



* Cuando la componente del peso que lo lleva a su posición de equilibrio es proporcional a su desplazamiento.

1.3 ONDAS

Son alteraciones que se propagan en un medio y en un tiempo determinado. Una onda se extiende de un lado a otro, por este motivo no puede existir en un solo lugar, sino que tiende a propagarse. Como hemos visto en el punto anterior (1,2) las ondas son descritas gráficamente como una curva senoidal, por ello, se denomina senoidal o SINUSOIDAL, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.



1.3.1 Elementos de Onda

Como has podido observar, la onda sinusoidal -al igual que una ola marina-, tiene un punto más elevado llamado *cresta* y el punto más bajo denominado *valle*. La línea que muestra la dirección del movimiento ondulatorio, representa también la posición de equilibrio y el punto medio de la vibración

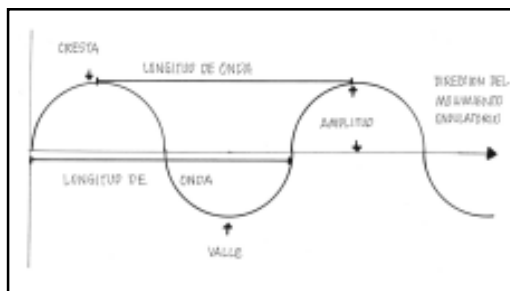
Ahora definimos brevemente los otros elementos de la onda:

- ♦ **Amplitud:** es la distancia que existe desde el punto medio hasta la cresta o valle de la onda. También se describe como el máximo alejamiento de la posición de equilibrio.
- ♦ **Longitud: (λ)** es la distancia entre la cima de una cresta y otra siguiente. También es el alejamiento entre las partes sucesivas e idénticas de la onda. A continuación mostramos algunas ondas y las unidades de medición de la longitud de onda que tienen:
Olas de mar: metros
Rizos de tina con agua: centímetros
Ondas luminosas: micrómetros
- ♦ **Frecuencia: (f)** especifica el número de vibraciones que ocurren en un tiempo determinado. Las vibraciones se miden en hertz (Hz) que es la unidad de frecuencia.

Por lo tanto:

1 vibración por segundo = 1 hertz (Hz)

2 vibraciones por segundo = 2 hertz (Hz)



¡Ahora investiguemos!

¿Cuál es la unidad de frecuencia de las ondas de radio de amplitud modulada A.M. y de frecuencia modulada F.M.?

¿Porqué la unidad de frecuencia se llama hertz (Hz)?

- ♦ Periodo: Es el tiempo que tarda en cumplirse una vibración con oscilación doble. Al respecto, la frecuencia y el periodo de una onda tienen una relación que se puede calcular a través de las siguientes fórmulas.

$$\text{Frecuencia} = \frac{1}{\text{periodo}}$$

$$\text{Periodo} = \frac{1}{\text{frecuencia}}$$

1.3.2 Clases de onda

- a. **Ondas Transversales:** es cuando el movimiento del medio es perpendicular a la dirección en que se propaga la onda. Por ejemplo cuando estiras y sueltas una cuerda que es el medio, esta se mueve en dirección vertical opuesta o perpendicular respecto a su dirección (horizontal).

Este mismo tipo de onda se producen en las cuerdas de los instrumentos musicales, en las superficies de los líquidos, en las ondas electromagnéticas de las ondas de radio y de la luz.

- b. **Ondas Longitudinales:** son aquellas que se mueven a lo largo de la dirección de la onda, es decir las partículas del medio se mueven de un lado a otro en la misma dirección en que se propaga. Por ejemplo al vibrar una campana, las ondas generadas se propagan longitudinalmente en la misma dirección que esta.

1.3.3 Ondas producto de Fenómenos Ondulatorios

Los fenómenos ondulatorios modifican las clases de ondas y producen:

- a. **Ondas Estacionarias:** son aquellas que se producen cuando dos ondas de la misma amplitud y longitud, pasan una sobre otra en direcciones contrarias. Asimismo son ocasionadas por la interferencia de ondas progresivas de la misma frecuencia y tiempo.

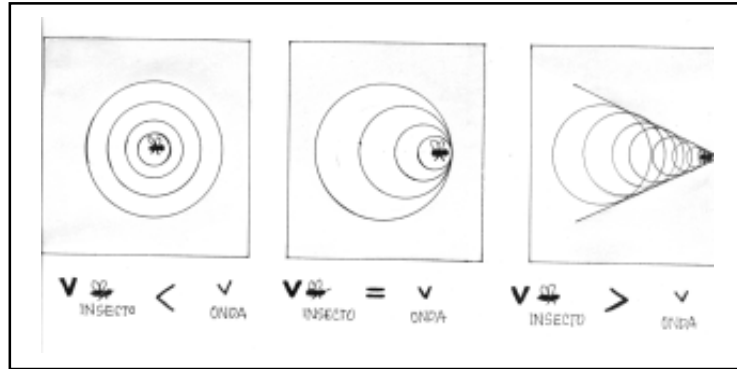
Ejemplo:

Si atamos una cuerda en una columna y agitamos el extremo libre de arriba hacia abajo, se producen ondas estacionarias porque la columna es muy rígida y en consecuencia la onda impulsada (incidente) de un extremo se refleja (reflejada). También se da en el aire de una botella de gaseosa cuando soplamos por la boquilla.

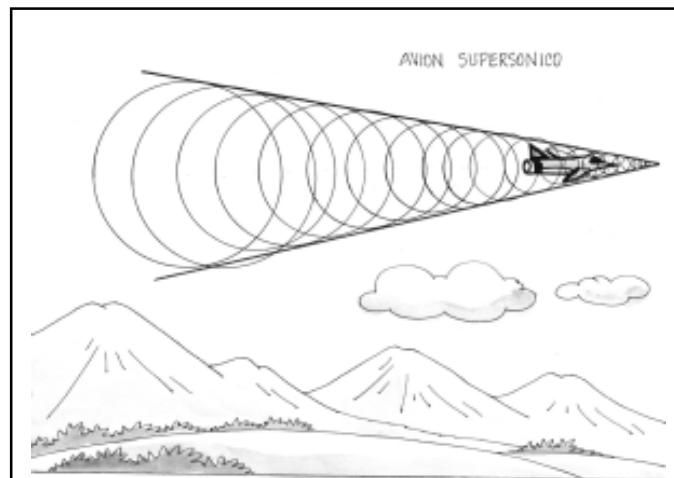
- b. **Ondas de Proa:** se produce cuando un gran número de crestas de ondas circulares se superponen formando una "V", esto se da cuando la rapidez de la fuente es mayor. (Efecto Doppler)

Ejemplo:

Un insecto que nada en el agua, tiene que superar su barrera de ondas (ondas de proa) para desplazarse más aprisa. La onda de proa viaja continuamente tras el insecto. Gráficamente esto se representa:



- c. **Ondas de Choques:** se produce cuando una fuente vibrante se mueve con mayor rapidez, que la del sonido, de modo que las ondas esféricas son cubiertas formando un cono (Efecto Doppler). Por ejemplo, cuando un avión vuela con la misma rapidez que el sonido, las ondas que produce obstaculizan su desplazamiento, por lo cual tiene que aumentar su velocidad y convertirse en un avión supersónico.



Como habrás podido apreciar, la onda de choque viaja continuamente tras el avión, que vuela más rápido que el sonido. Además va acompañado de una explosión sónica.

¿Qué es una explosión sónica?

La explosión Sónica es un chasquido que se produce cuando un objeto se mueve con una velocidad mayor que la del sonido. Debido a esto, los aviones que se desplazan lentamente (subsónico) no producen explosión sónica, porque las crestas de las ondas sonoras llegan hasta nosotros –una a una– por lo que las percibimos como un ruido continuo.

1.3.4 Movimiento ondulatorio

Recordemos una vez más que el sonido es generado por vibraciones que recibimos en forma de ondas. Debido a esto, una onda transfiere energía a un receptor distante pero no transfiere materia. Por ello, cuando alguien te habla desde el otro extremo de una habitación, la onda de sonido se propaga a través de ésta como una perturbación en el aire. Por lo tanto, el aire constituye el medio por el cual se propaga la energía de la onda y es la perturbación la que se mueve, (no el aire), ya que permanece en el mismo lugar una vez que haya ocurrido el suceso.

1.4 DIFERENCIAS ENTRE RUIDO Y SONIDO

El sonido, es definido como la sensación producida en el oído, debido al movimiento vibratorio de los cuerpos transmitidos por un medio elástico. Mientras que el ruido es considerado como un sonido inarmónico y confuso que se torna desagradable cuando lo percibimos. La diferencia radica en que:

- ♦ El sonido es una sensación que puede ser agradable, mientras que el ruido por naturaleza es desagradable.
- ♦ El ruido se presenta como confuso e inarticulado. En tanto que el sonido no implica necesariamente esta característica.
- ♦ Todos los ruidos pueden provocar enfermedades o problemas de salud en las personas, pero no todos los sonidos pueden provocar esto.

AUTOEVALUACIÓN N° 1

¡Ahora veamos cuanto hemos aprendido!

1. ¿Cuál es la principal semejanza entre la naturaleza del sonido y de la luz?

2. La onda sinusoidal se denomina así porque:

3. La frecuencia de una onda es inversamente proporcional a:

4. La unidad máxima de longitud de onda es _____ y la mínima es:

5. Menciona un ejemplo cotidiano que represente a cada tipo de onda:

6. La principal diferencia entre una onda de proa y una de choque es:

7. Cuando una fuente vibrante se mueve con una rapidez mayor que la de las ondas en el medio, viaja con una onda de _____ o de:

II. CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO

Teniendo como base la información sobre la naturaleza del sonido, te pedimos definir brevemente a una ONDA SONORA:

Sabemos que el sonido es la sensación que nos produce un movimiento vibratorio originado por un cuerpo, que se trasmite a través de un medio por lo cual la vibración producida pone en movimiento el medio que lo circunda. Creando, con ello, zonas de presión y enrarecimiento a los cuales se denomina ONDAS SONORAS.

Éstas, son esféricas y longitudinales, estando al mismo ritmo o frecuencia que la vibración que las originó. En ese sentido se define al tono como:

Impresión subjetiva que nos causa la frecuencia del sonido.

Por ello, un sonido con una frecuencia de vibración elevada tiene un tono alto, así mismo uno con una frecuencia de vibración baja, tiene un tono bajo. En el ser humano, nuestro oído puede detectar tonos que van desde una frecuencia de unos 20 hertz a 20 000 hertz.

Debido a lo anterior, las ondas menores a 20 hertz son llamadas INFRASÓNICAS y las ondas mayores de 20 000 hertz de frecuencia son llamadas ULTRASÓNICAS, ambas inaudibles para el oído humano.

2.1 PROPIEDADES

2.1.1 Transmisión

Te invitamos a realizar el siguiente experimento y luego a contestar las preguntas:

- ◆ Coge dos botellas vacías de vidrio, éstas deben estar secas y enuméralas (1 y 2).
- ◆ Humedece un pedazo de algodón con alcohol.
- ◆ Enciende el algodón y déjalo caer en el interior de la botella N° 1.
- ◆ Cuando termine la combustión, tapa con el dedo pulgar la botella.
- ◆ Finalmente deja caer una moneda pequeña –en forma paralela–, en ambas botellas y escucha con detenimiento el sonido que emite cada uno de ellas.

Ahora contesta las siguientes preguntas:

¿En cuál de las botellas el sonido es más fuerte? ¿Porqué?

¿Qué función cumple la combustión del algodón en este experimento?

¿Qué se demuestra con este experimento?

Como habrás podido comprobar, las ondas sonoras no viajan a través de un vacío (vacío parcial en la botella 1) porque es necesario que el medio (en este caso el aire) posea masa y elasticidad. Por esto, podemos afirmar que el sonido se transmite a través de un medio o sustancia que se comprime y expande. Con ello afirmamos que el sonido se transmite mejor en líquidos y sólidos.

2.1.2 Velocidad

Es la rapidez con la que se desplaza una onda sonora en un medio, dependiendo de su elasticidad. Así por ejemplo, en el aire (el aumento en la temperatura aumenta la rapidez del sonido porque a mayor temperatura las moléculas del aire caliente se mueven más rápidamente, chocando una con otras con mayor frecuencia, por lo que pueden transmitir un pulso en menos tiempo:



La velocidad del sonido en el aire AUMENTA 0,6m/s por cada grado que se incrementa la temperatura sobre 0°C.

Ahora observa y estudia el siguiente cuadro N° 1 que muestra la velocidad del sonido en diversos medios y temperaturas.

**Cuadro N° 1
VELOCIDAD DEL SONIDO**

Medio (temp.)	Velocidad (m/s)
Aire (0°C)	332
Aire (15°C)	340
Aire (100°C)	386
Agua potable (25°C)	1 498
Agua mar (25°C)	1 531
Plomo (20°C)	2 100
Granito (20°C)	600
Aluminio (20°C)	5 100
Tejido corporal (37°C)	1 570

¡Ahora Investiguemos!

¿Quién viaja con más velocidad, el sonido o la luz? ¿Por qué?

¿Por qué se ve primero el rayo y luego se oye el trueno?

¿Qué es el trueno?

¿A qué se debe la diferencia de velocidad del sonido entre el agua potable y la de mar, si tienen la misma temperatura?

Cuadro N° 2 Intensidad sonora

2.1.3 Intensidad

Es el flujo de energía sonora a través de una unidad de área. También se le conoce como la amplitud de una onda sonora, definida ésta como el volumen con que el sonido afecta a nuestro oído. La unidad de medición de la intensidad sonora es el decibel (dB).

Ahora te mostramos un cuadro con diversas fuentes de sonido y la intensidad de la onda sonora que produce:

Fuente de sonido	Nivel (dB)
Avión al despegar	130
Umbral del dolor	140
Rock ruidoso	115
Tren subterráneo antiguo	100
Fábrica (promedio)	90
Tráfico	70
Conversación normal	60
Biblioteca	40
Murmullo cercano	20
Respiración normal	10
Umbral auditivo	0

¿Sabías que?

La escala sonora de intensidad tiene un aumento factorial de 10, por ello al comparar un sonido de 10 dB, con uno de 0 dB, se dice que es 10 veces más fuerte. De igual forma un sonido de 30 dB es 10 veces más fuerte que uno de 20 dB, siendo un error decir que es tres veces más fuerte.

2.1.4 Frecuencia

Es el número de veces que una onda sonora se repite así mismo en un segundo (número de ciclos por segundo). Como recordarás, en el primer capítulo vimos que la unidad de frecuencia sonora es el Hertz. A menudo se considera que el límite de percepción de frecuencias altas está en 20 000 Hz, pero según estudios realizados esto varía de una persona a otra y puede estar disminuida por la edad o afectada negativamente por la exposición al ruido. El límite de percepción de frecuencias bajas suele especificarse a 20 Hz.

2.1.5 Resonancia

Es una propiedad que se produce cuando se aplica un impulso de igual frecuencia que la del objeto vibrante, ocasionando un aumento notable en la amplitud de la onda sonora. Literalmente, resonancia significa "SONAR DE NUEVO". Esta propiedad explica el por qué cuando sintonizamos un receptor de radio, ajustamos la frecuencia natural de los elementos electrónicos del aparato para que coincidan con una de las muchas señales que se reciben. El aparato resuena con una sola estación ampliando la onda sonora.

2.2 NIVELES SONOROS Y SU MEDICION

2.2.1 Nivel de potencia sonora (L_w)

Es una medida de la potencia acústica irradiada por una fuente. Se expresa a menudo en belios (1 belio = 10 decibelios). La fórmula para obtener el nivel de potencia sonora de una fuente es la siguiente:

$$L_w = (10 \log_{10} w + 120) \text{ dB}$$

Donde:

L_w = Nivel de potencia sonora

W = Potencia de la fuente en vatios

Ejemplo: La potencia sonora de una aspiradora es de 80 dB para 0,0001 vatios.

2.2.2 Nivel de Presión Sonora (L_p)

Es una medida que relaciona la potencia de la fuente con la distancia a ésta y las características acústicas del espacio que la rodea. Se expresa en decibelios (dB) y también en micropascales.

Ejemplo: La presión sonora que emite un automóvil a 30m es de 65 dB y de 50 000 micropascales aproximadamente.

2.2.3 Nivel de Intensidad Sonora (L_I)

Se expresa en decibelios (dB), es igual a 10 veces la razón entre la intensidad de un sonido (I) y la intensidad sonora de referencia (I_0) de 10^{-12} w/m² (I = picovatio/m²).

La fórmula es:

$$L_I = 10 \log_{10} (I/I_0) \text{ dB}$$

Donde:

L_I = Nivel de intensidad

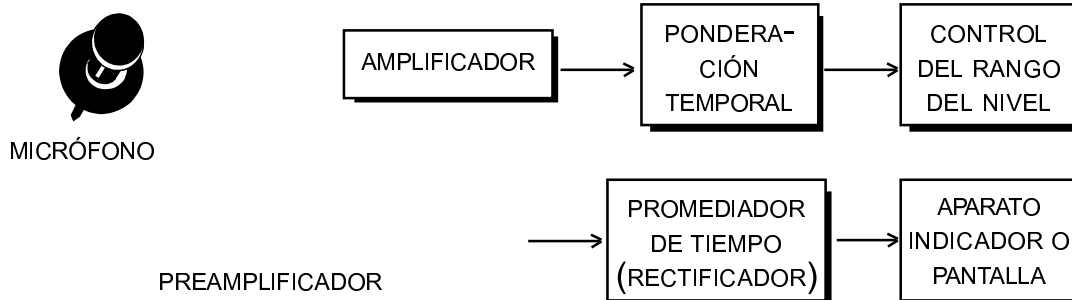
I = Intensidad sonora

I_0 = Intensidad del sonido de referencia

Los niveles de intensidad se miden con **sonómetros**, que es un aparato para la medida del nivel sonoro (mide presión ponderado en frecuencia y tiempo).

2.2.4 Instrumentos de medida acústica

Como habíamos mencionado anteriormente, el **sonómetro** es el aparato más utilizado para medir el nivel sonoro. Este aparato que es pequeño, funciona con pilas y presenta la siguiente estructura.



Ahora definiremos brevemente estos elementos:

a) **Micrófono:** convierte las variaciones de presión de las ondas sonoras en señales eléctricas que varían con el tiempo. Pueden ser:

- ♦ Micrófono de condensador: tiene la característica de descansar sobre las variaciones en capacidad eléctrica para desarrollar las variaciones correspondientes en voltaje.
- ♦ Micrófono Prepolarizado: conocido también como ELECTRET condensador. Su principal ventaja es que puede operar en ambientes húmedos porque no tiene cargas eléctricas libres.
- ♦ Micrófono Piezoeléctrico o cerámico: presenta un diafragma conectado mecánicamente a un cristal de cuarzo. Puede operar en ambientes húmedos y no es necesario un voltaje externo de polarización para el funcionamiento del micrófono.

- b) Amplificadores:** este instrumento cumple los siguientes requisitos:
- ♦ Ampliar la señal del micrófono a fin de medir los niveles bajos de presión sonora.
 - ♦ Amplía los sonidos en un rango de 1-10 Hz (Inferior) y 20 000 a más (Superior).
 - ♦ Mantiene la amplificación constante para todas las frecuencias dentro del instrumento.
- c) Ponderación temporal o de frecuencia:** es aquella que altera las características de la respuesta de frecuencia de acuerdo a las normas nacionales o internacionales.
- d) Control de rango de nivel:** es el que ajusta el rango de los niveles sonoros que pueden medirse para una disposición determinada de los controles.
- e) Promediador de tiempo:** los sonómetros integradores son capaces de medir el nivel sonoro continuo, equivalente para un intervalo de tiempo especificado.
- f) Aparatos indicadores:** como hemos visto la señal del micrófono es ajustada por el control del rango de nivel y amplificada por la ponderación de frecuencia y promediada para el tiempo, la señal entonces es mostrada en un aparato indicador (lector). Estos aparatos pueden dar dos tipos de indicación:
- ♦ Indicadores análogos o cuasi análogos. Cuando la lectura es analógica, el indicador es un puntero o aguja que se mueve sobre una escala graduada y calibrada en decibelios. La lectura Cuasi analógica tiene el indicador en forma de barra de gráficos.
 - ♦ Indicadores digitales. La muestra visual de la magnitud del nivel sonoro es mediante un número o una disposición iluminada de lámparas pequeñas.

¡Sabías que!

Los aparatos de medición de vibración son aquellos que miden los parámetros que caracterizan la señal de un golpe y otras vibraciones, es decir mide la agudeza de una señal. Además tienen como parámetro a la velocidad, aceleración o desplazamiento. Por último está conformado por un amplificador, un acondicionador, y una grabadora o auriculares que permiten discernir mucha información.

2.3 FENÓMENOS ONDULATORIOS DEL SONIDO:

2.3.1 Interferencia

Si al hacer una pregunta a tus alumnos sobre las clases de aves que conocen y todos responden diversos nombres pero una tercera parte contesta "paloma".

¿Te ha sido fácil precisar todas las clases de aves expresadas? ¿Por qué?

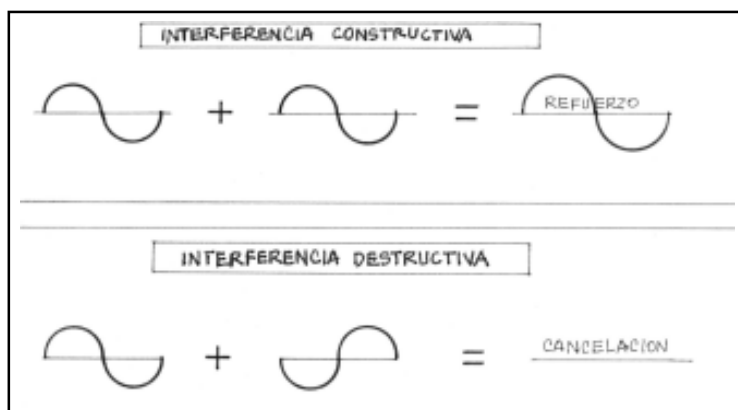
Claro, en esta experiencia se puede observar que cuando los sonidos diferentes son emitidos al mismo tiempo, no se puede precisar a cada uno ya que producen un fenómeno que se llama INTERFERENCIA.

Se define a la interferencia como un fenómeno generado por ondas sonoras, en este caso, provenientes de distintas fuentes que llegan a un mismo punto y al mismo tiempo.

Los efectos de las ondas sonoras pueden ser de aumento, disminución o neutralización en la interferencia. Debido a esto se clasifican a las interferencias en:

- a. **Interferencia Constructiva:** llamada también REFUERZO, es cuando la cresta de una onda se superpone a otra, sumándose y generando una onda de mayor amplitud. En el caso de la experiencia presentada, se escuchó la palabra “paloma” porque se dio una interferencia constructiva.
- b. **Interferencia Destructiva:** llamada también CANCELACIÓN, se realiza cuando la cresta de una onda se superpone al valle de otra, por lo cual sus efectos se reducen. Es decir, la parte elevada de una onda (cresta) llena la parte baja de otra (valle).

En el siguiente gráfico se observan ambos fenómenos:



En este fenómeno de interferencia, relacionaremos a las crestas de onda con las compresiones y los valles a las RAREFACCIONES de las ondas sonoras. Ejemplo: cuando dos personas hablan al mismo tiempo no se les entiende.

La propiedad de interferencia destructiva de las ondas sonoras es la base del diseño de aparatos que permiten reducir los ruidos. Así por ejemplo los martillos hidráulicos tienen micrófonos que transmite su sonido a un mismo chip electrónico. Éste a su vez, genera un patrón de ondas (imagen) las cuales anulan el ruido original. Actualmente se elaboran silenciadores electrónicos para automóviles: el antisonido se transmite a unos altoparlantes anulando así alrededor del 95% del ruido original.

¡Sabías que!

Los miembros de una orquesta afinan sus instrumentos musicales eliminando de esta manera las pulsaciones (variaciones periódicas de la sonoridad del sonido) entre el sonido de un instrumento y el tono patrón producido por algún otro instrumento. Con esto se demuestra que las pulsaciones desaparecen cuando las frecuencias son idénticas.

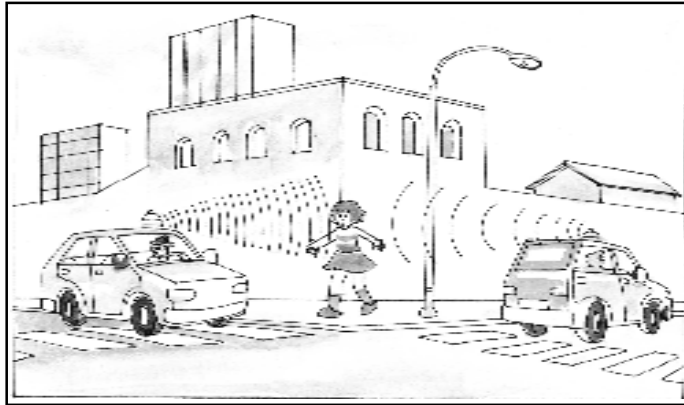
¡Ahora te proponemos completar lo siguiente!

Menciona dos ejemplos de la vida cotidiana que puedes utilizar en tus clases, para demostrar la interferencia constructiva y destructiva.

¿Qué mensaje actitudinal (reflexivo) puedes comunicar a tus alumnos como producto de la propiedad de la interferencia sonora?

2.3.2 Efecto Doppler - Fizeau

Observa el siguiente dibujo y contesta las siguientes preguntas:



¿Cómo percibe la chica el sonido de la sirena del patrullero antes y después de pasar por su lado?

¿Por qué ambos sonidos no son iguales?

Muchas veces debes haber experimentado lo anterior y como te habrás dado cuenta al acercarse el patrullero, el sonido lo percibes más intenso que cuando se aleja, esto se debe a un fenómeno sonoro llamado EFECTO DOPPLER – FIZEAU.

Es una alteración de la frecuencia detectada debido al movimiento de la fuente o del receptor.

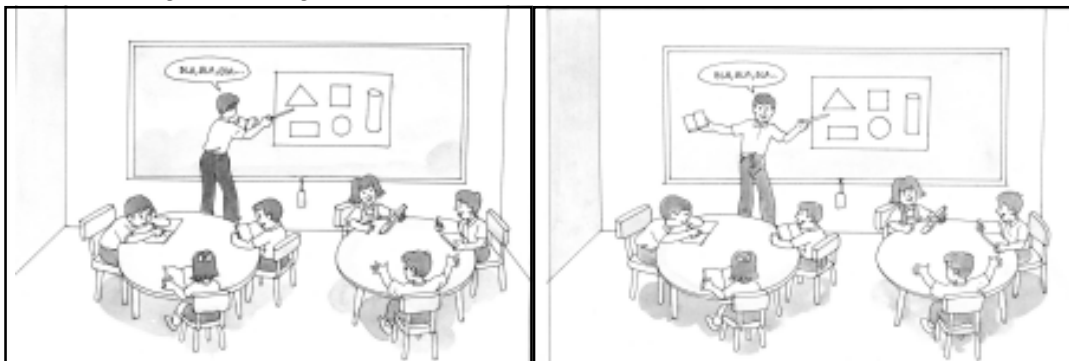
Por lo tanto, cuando el patrullero se acerca, el número de vibraciones percibidas por el oído es mayor, produciendo una sensación sonora aguda. En cambio, cuando el patrullero se aleja de ti, el número de vibraciones que llegan a tus oídos es menor, produciendo una sensación sonora más grave.

¡Ahora debemos investigar!

¿Cómo se aplica el efecto doppler - fizeau en la determinación de la rapidez de un auto?

2.3.3 Reflexión del sonido

Observa las siguientes figuras:



¡Ahora responde!

¿En cuál de las dos figuras la postura del ponente en la exposición te parece más adecuada? ¿Por qué?

¿Por qué se debe corregir la postura física del alumno durante la exposición?

Seguramente compartes con nosotros la necesidad de corregir hábitos inadecuados de nuestros alumnos durante la exposición oral. Una muestra es la postura, debido a que casi siempre se colocan de espaldas a sus compañeros y leen el papelógrafo trabajado pero no se le escucha.

Es pertinente entonces explicarles a todos, que esa no es la postura adecuada ya que el sonido se propaga mejor cuando no hay una superficie que lo impida, es decir, si el alumno habla mirando a la pizarra el sonido se REFLEJA (rebota), pero si el alumno habla mirando a sus compañeros el sonido llegará directamente a ellos.

Esto nos demuestra que al igual que la luz, el sonido se refleja convirtiéndose en lo que comúnmente conocemos como ECO.

Por otro lado la fracción de la energía sonora que se refleja en una superficie dada es mayor si ésta es rígida y lisa. Por el contrario, si la superficie es suave e irregular la fracción de la energía sonora que se refleja es menor. Asimismo, si las paredes de un auditorio o sala de conciertos son demasiados reflejantes, el sonido se hace confuso, esto se debe a reflexiones múltiples llamadas REVERBERACIONES.



¡Sabías que!

En las salas de concierto, se colocan en las paredes surcos que reflejan las ondas sonoras en todas partes. Mientras que en el escenario se usan –por detrás y encima–, superficies altamente reflejantes de luz y sonido.

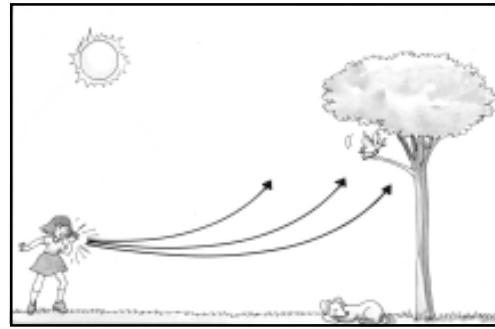
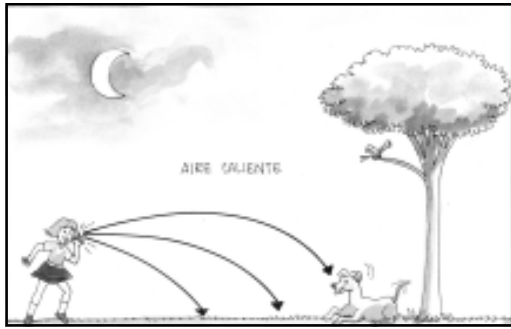
2.3.4 Refracción del sonido

Sabemos que las condiciones atmosféricas constituyen un factor importante para la propagación del sonido, tanto la temperatura como el viento son elementos que producen variaciones en la dirección de las ondas sonoras, esto se conoce como **refracción**.

La refracción del sonido es un cambio en la dirección de las ondas sonoras producido por las gradientes verticales del viento y la temperatura.

Este fenómeno sonoro ocurre cuando los vientos son irregulares o cuando el sonido se propaga por regiones de aire a distintas temperaturas.

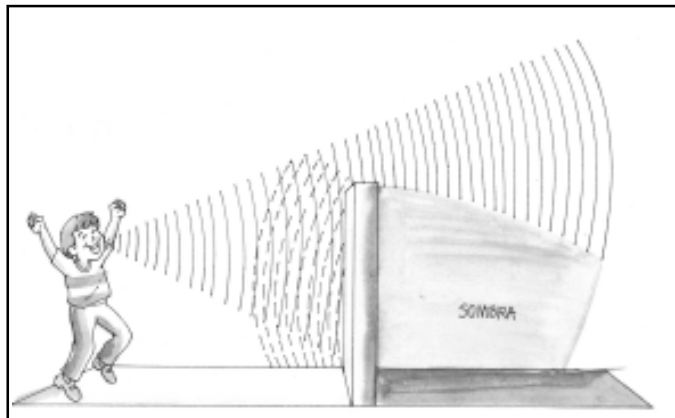
Así por ejemplo, el sonido se refracta hacia abajo como muestra la figura, cuando la propagación del viento es descendente (durante la noche, cuando la temperatura baja debido a la radiación fría del suelo). Pero el sonido se refracta hacia arriba cuando la propagación del viento es ascendente (durante el día, la temperatura del aire aumenta por el calentamiento del suelo).



Como la refracción no es rápida, sino gradual, las ondas sonoras presentan la forma de curvas.

2.3.5 Difracción del sonido

Observa la siguiente figura y responde a las siguientes preguntas:



¿Qué sucede con las ondas sonoras?

¿Por qué las ondas se propagan sobre el muro?

¿Cuál es producto que se proyecta en ésta figura?

Como habrás notado en este fenómeno, existe un cambio en la dirección de la propagación de las ondas sonoras que chocan con un obstáculo, pero a diferencia de la reflexión, las ondas sonoras se propagan sobre la parte superior o por las laterales del muro. Como producto de esta difracción, las ondas sonoras no forman una sombra acústica aguda.

Este fenómeno lo podemos observar cuando las ondas de radio de amplitud modulada se difractan o desvían fácilmente alrededor de los edificios, llegando a más lugares que las ondas cortas, (Frecuencia Modulada).

¡Sabías que!

Las ondas de televisión son ondas de radio de longitudes más cortas, por lo cual, para recibir sus ondas se requiere de antenas que se colocan en los techos de las casas.



¡Ahora te invitamos a elaborar en una hoja aparte un esquema analítico que relacione todos los fenómenos sonoros estudiados!

2.4 PROPAGACIÓN DEL SONIDO

El sonido puede propagarse en dos espacios: aire libre y en espacios cerrados.

2.4.1 Propagación del sonido en espacios abiertos

La propagación del sonido en exteriores suele originar una disminución de nivel sonoro cuando aumenta la distancia entre la fuente y el receptor. Este fenómeno depende de varios factores como la divergencia geométrica, absorción del aire, suelo, reflexión, vegetación y zonas edificadas.

Estos efectos o mecanismos se clasifican de la siguiente manera:

Cuadro N° 3

Mecanismos universales	<p>Divergencia geométrica desde la fuente de sonido.</p> <p>Absorción de la energía acústica por el aire a través del que se propagan las ondas sonoras.</p> <p>Efecto de propagación cerca de las distintas superficies del suelo.</p>	<p>El nivel sonoro decrece 6 dB cada vez que se dobla la distancia de la fuente.</p> <p>La energía del sonido se convierte en calor mediante la absorción del aire, esto depende de la humedad.</p> <p>Resulta de la interferencia del sonido directo y reflejado por el suelo (depende de superficie, frecuencia de sonido, longitud, etc.)</p>
Mecanismos específicos	<p>Efecto de la reflexión de las paredes de los edificios o superficies verticales.</p> <p>Cuando el sonido se propaga a través de la vegetación.</p> <p>Cuando el sonido se propaga a través de áreas de casas.</p>	<p>Según el tipo de suelo se establece la diferencia de longitud de recorrido del rayo directo (fuente) y el rayo reflejado.</p> <p>La vegetación es una barrera atenuante del suelo porque al mantenerlo poroso disminuye la propagación del sonido en la superficie.</p> <p>La disminución se relaciona con la longitud del camino acústico a través de la zona de vivienda y la densidad de edificaciones.</p>

¡Ahora responde brevemente!

Según las condiciones del patio de tu centro educativo ¿Cuál de los mecanismos antes mencionados disminuye principalmente la propagación del sonido?

2.4.2 Propagación del sonido en espacios cerrados

En un espacio cerrado, el sonido se refleja sobre los límites que cierran el ambiente y los objetos que están en su interior. La energía sonora en un ambiente cerrado se refleja parcialmente, otra parte es absorbida y otra es transmitida a través de las paredes.

a. Reflexión y absorción de las ondas sonoras:

Recordemos que la reflexión se produce cuando las ondas sonoras chocan con un obstáculo modificando la dirección de propagación. Si la superficie reflectante no es porosa, entonces no se pierde energía acústica por reflexión. Pero ninguna superficie física es un reflector perfecto y parte de la energía acústica es absorbida por la superficie.

b. Absorción:

Esta propiedad aplicada a un material determinado dependerá del ángulo con que la onda sonora incide sobre él. En tal sentido la absorción total de un sonido en un ambiente cerrado se determina sumando la absorción de las superficies (piso, techo, pared) del local, aire y del mobiliario. La unidad de absorción del sonido es el SABINO, según el Sistema Internacional el Sabino métrico es equivalente al 1 m^2 de superficie absorbente.

¡Ahora te invitamos a investigar!

¿Qué materiales se deben usar para la pared, piso y techo de un aula a fin de absorber mejor los sonidos que se emiten en ella?

AUTOEVALUACIÓN N° 2

1. El sonido no se propaga en _____ porque:

2. Un sonido es más veloz en un medio de aire caliente que en el aire frío porque:

3. ¿Es cierto que una conversación normal es tres veces más fuerte que un murmullo cercano? ¿Por qué?

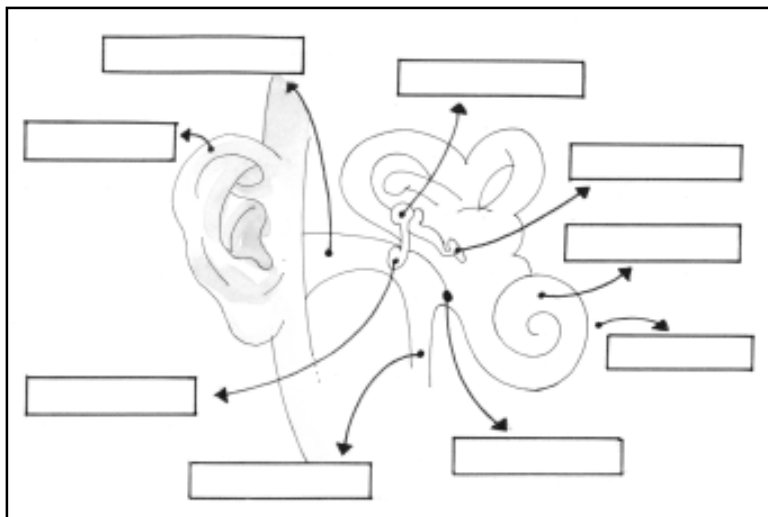
4. ¿En qué se diferencian el nivel de potencia sonora del nivel de presión sonora?

5. Una interferencia es positiva o constructiva porque _____ y es destructiva cuando

6. ¿Qué propiedades del sonido aplicas cuando desarrollas una sesión de aprendizaje? ¿Cómo?

III. AUDICIÓN Y RUIDO

Observa el siguiente dibujo y completa los rectángulos con las palabras adecuadas:



Como recordarás, el dibujo anterior nos muestra la estructura del oído, en la cual debes haber especificado sus partes.

¡Ahora te proponemos responder a las siguientes preguntas!

¿Cómo está dividido anatómicamente el oído humano?
.....

¿Qué partes de las señaladas en el dibujo conforman el oído externo, medio e interno?
.....

¿Qué función cumple cada división anatómica del oído?
.....

Es claro que, para comprender la vinculación entre el proceso de audición y el ruido, necesitamos conocer las características de la audición.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA AUDICIÓN

- a) Con la finalidad de que compares tus observaciones anteriores, te presentamos el siguiente cuadro resumen de la estructura y fisiología del oído.

Cuadro N° 5

División anatómica	Partes	Funcionamiento
Oído externo	<ul style="list-style-type: none"> •Pabellón Auditivo o auricular. •Canal Auditivo (5-7 mm de diámetro y 27 mm de longitud) •Tímpano (7 mm de diámetro). 	El pabellón auditivo recepciona el sonido y aporta cierta discriminación direccional. Esta estructura se comunica con el canal auditivo que conduce las ondas sonoras hacia el tímpano, es decir, actúa como un tubo cerrado por un extremo con una frecuencia de resonancia de 3000 Hz (esto aumenta la sensibilidad auditiva en esta región).
Oído medio (Cavidad lleno de aire)	<ul style="list-style-type: none"> •Huesecillos (Martillo, Yunque y Estribo). •Músculo Tímpano extensor. •Músculo del Estribo. •Ventana oval (redonda) 	Los movimientos vibratorios se transmiten desde el Tímpano hasta el oído interno. Los huesecillos pequeños se articulan en este proceso, así el Martillo está conectado directamente al Tímpano, el Yunque forma un nivel de interconexión y el Estribo se conecta con la ventana oval la cual a su vez se conecta con la Cóclea.
Oído interno (Cavidad lleno de fluido)	<ul style="list-style-type: none"> •Cóclea (35 mm de longitud). *Membrana Basilar (Organo de Corti). •Nervio Auditivo. 	La membrana basilar distribuye el mecanismo de excitación nerviosa en forma paralela a la Cóclea. Esta membrana se pone en movimiento a través de la energía acústica acoplada en la Cóclea. Esto depende de la frecuencia sonora estimuladora que puede excitar el extremo cerca de la ventana oval produciendo frecuencias altas y cuando se excita el otro extremo produce frecuencias bajas. Las células pilosas internas y externas, de la membrana Basilar llamado ÓRGANO DE CORTI, son fundamentales en la estimulación nerviosa auditiva y su lesión provoca la sordera.

- b. Umbral de la Audición: es el número de decibelios (presión sonora) mínimo capaz de provocar una sensación auditiva en un sujeto. Para esta medición, se tiene como referencia el nivel de audición medio de un gran número de adultos jóvenes considerados otológicamente normales. Asimismo, el instrumento de medición auditiva es el **Audiómetro**.

¿Cómo funciona un audiómetro?

AUDIÓMETRO: Es un aparato formado por un generador electroacústico de tonos puros, un amplificador, un atenuador que controla el nivel de presión sonora de estos tonos y en el caso de medidas de conducción aérea un auricular. El umbral de audición se muestra gráficamente en el AUDIOGRAMA.

Ahora te invitamos a revisar el cuadro N° 6 (área de sensación auditiva) y contestar las siguientes preguntas:

¿Cuál es el umbral de malestar auditivo?

¿Cuál es el umbral de dolor y cosquilleo?

¿Qué semejanzas y diferencias observas en el umbral mínimo de campo audible y de presión audible?

- c. Sonoridad: es la sensación o atributo de los sonidos, percibido subjetivamente, que permite al oyente ordenar su magnitud sobre una escala de bajo a alto. Por esta subjetividad, se han realizado enjuiciamientos sistemáticos con respecto a sonidos de referencia con niveles de presión sonora conocidos.

La sonoridad depende de:

Nivel de Presión Sonora del Estímulo Sonoro

Frecuencia, Duración y Complejidad Espectral

La unidad de sonoridad es el SONIO (sonoridad de un tono de 1000 Hz con un nivel de presión sonora de 40 dB). Se establece en una escala subjetiva.

- d. Enmascaramiento: es la propiedad de interferir la audición de otro sonido. Es un proceso donde el umbral de audibilidad de un sonido, se eleva a presencia de otro sonido. Esta propiedad se convierte en un problema en algunas fábricas, porque algunos ruidos enmascaran señales como timbres o el habla.
- e. Localización auditiva: es la capacidad del sistema auditivo para localizar la dirección de una fuente de sonido. Este puede ser localizado con un solo oído, pero es insuficiente porque la localización es un fenómeno binaural (dos oídos). Las diferencias de los sonidos aportan la base principal de la localización.
- f. Sensibilidad auditiva a pequeñas diferencias: nuestra capacidad auditiva depende de la capacidad para discriminar pequeñas diferencias en el estímulo acústico (fuente). Esta capacidad implica procesos mentales complejos como la síntesis de una información y la discriminación de frecuencia, amplitud y claves temporales.

¡Ahora te invitamos a contestar las siguientes preguntas!

¿Por qué los psicólogos sugieren a los maestros, específicamente en el nivel inicial, desarrollar la sensibilidad auditiva a pequeñas diferencias?

Elabora un decálogo de normas que permitan a tus alumnos mantener el cuidado de su audición

3.2 EL RUIDO

3.2.1 Concepto

En el Capítulo I, se establecían las diferencias entre ruido y sonido, el RUIDO ES UN SONIDO INARMÓNICO Y CONFUSO QUE SE TORNA DESAGRADABLE AL OÍDO.

Ahora te pedimos que dibujes un ejemplo concreto del ruido:

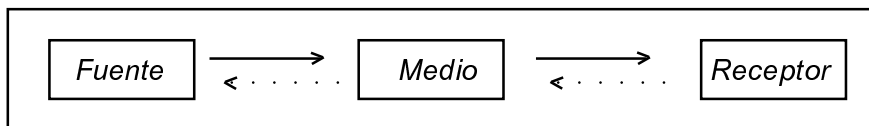


3.2.2 Transmisión del ruido

Bien, con el apoyo de tu dibujo explica brevemente la forma como se transmite el ruido:



Claro, el ruido por ser un sonido tienen la misma forma de transmisión en el que se vinculan la fuente, el medio y el receptor de la siguiente manera:



La fuente puede ser una o varias, que emitan energía vibratoria y del mismo modo el medio o receptor pueden ser diversos. Las flechas indican el flujo de energía acústica.

Por otro lado, estos elementos no son independientes porque:

- ♦ La emisión de una fuente sonora puede depender del medio, receptor y entorno. Ejemplo: cuando una persona habla a un oyente, el ruido puede cambiar en función del espacio de la habitación, y las condiciones auditivas del receptor.
- ♦ La reacción del receptor depende de las características del medio y la fuente. Ejemplo: la vibración que genera un refrigerador ruidoso no provoca en el receptor, la misma reacción que la vibración por el ruido de un avión.

3.2.3 Efectos fisiológicos del ruido

Como todos conocemos, el ruido tiene efectos directos sobre el receptor de la audición, afectando su rendimiento de trabajo. Pero estudios realizados nos muestran que existen otros efectos que ponen en riesgo la salud de la población.

Los efectos fisiológicos se dividen en función del tiempo:

- a. **Corto plazo:** son aquellos que pueden sobrepasar apenas la duración del ruido o puedan persistir durante periodos breves medibles en minutos.

Si se da de modo acumulativo, puede generar efectos a largo plazo. Ejemplo: parpadeo, sobresalto (movimiento muscular).

Por lo general, estas respuestas son reflejas, las cuales pueden ser de defensa ante un estímulo. En tal sentido, se pueden producir también otros efectos:

- Tensión muscular a una presión de 70 - 120 dB y 1000Hz de frecuencia con una duración de 2 segundos. La prueba para medir la tensión muscular es la electromiografía.

- Reflejos respiratorios: se incrementa la respiración al cabo de 15 -20 segundos después del inicio del ruido.

- Incremento de la tasa cardiaca y presión sanguínea ante estímulos de 85 dB como mínimo.

- Constricción de los vasos sanguíneos que producen un incremento del pulso dactilar.

- Dilatación de la Pupila Ocular: por lo general un ruido de presión sonora de 75 dB, es el que se vincula con el nivel más bajo de la dilatación de la pupila, mientras que a 90 dB se da una dilatación del diámetro pupilar de 5 a 100, esta permanece mientras el ruido persista, luego desaparece.

- Desequilibrio corporal porque altera el trabajo del oído, específicamente en el sistema vestibular.

- Retraso de la motilidad gastrointestinal: las duraciones largas de exposición al ruido incrementa el tiempo de duración de la digestión, específicamente en la frecuencia y peso de la defecación.

- Alteración hormonal ya que aumenta la permeabilidad de la membrana y un descenso en la concentración de los gradientes en las membranas celulares.

- b. **Largo plazo:** son aquellos que se miden en unidades de horas, días, meses, etc. Como se ha descrito, al acumularse los efectos a corto plazo pueden generar diversas consecuencias en el organismo, algunas de las cuales también se observan en los efectos de largo plazo.

Por lo tanto, los efectos a largo plazo pueden ocasionar:

- Aumento del estrés, alteraciones mentales, actitudes agresivas, etc.

- Trastornos cardiovasculares (hipertensión, enfermedades coronarias),

- Dificultades de observación, concentración y rendimiento.

- Alteración en la tasa de secreción en la corriente sanguínea de hormonas.

- Efectos sobre los sueños que alteran las reacciones cardiacas, lo cual se refleja en la amplitud del pulso dactilar. (Esta medición se realiza a través del electrocefalograma, electrooculograma y electromiogramas.

Ahora te invitamos a responder a las preguntas:

¿Qué ruidos no te permiten trabajar con tranquilidad en tus sesiones de aprendizaje?

Menciona cinco reglas de trabajo para evitar estos ruidos

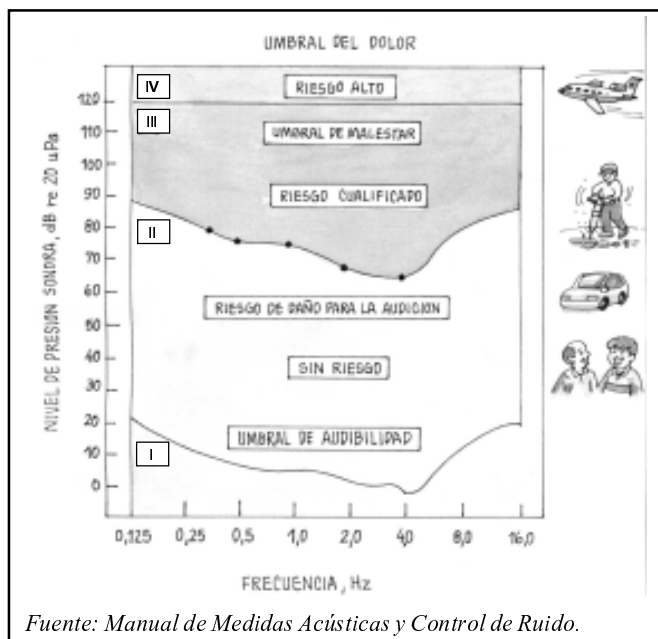
3.3 PÉRDIDA DE LA AUDICIÓN POR EXPOSICIÓN AL RUIDO

A inicios del presente capítulo precisamos la estructura del oído a fin de que comprendas la patología orgánica que se produce al exponerse al ruido.

- ♦ Patología auditiva: la estructura auditiva que se lesiona como producto de la exposición a ruidos altos es el ÓRGANO DE CORTI, específicamente las células receptoras (pilosas). De acuerdo a su severidad, puede hasta destruir completamente el órgano de Corti. Esto se debe a una tensión metabólica (físico química) que se ejerce sobre las células más estimuladas que produce una pérdida de audición temporal o permanente.
- ♦ Tipos de pérdida de audición por exposición al ruido:
 - a) Trauma acústico: es el daño orgánico inmediato del oído por excesiva energía sonora. Se realiza como producto de una o pocas exposiciones a niveles altos de presión sonora. Orgánicamente la principal consecuencia es la rotura completa y alteración del órgano de Corti. Por lo tanto su efecto es permanente.
 - b) Pérdida temporal del umbral inducido: tiene como resultado una elevación de los niveles auditivos, asimismo se pierde la sensibilidad auditiva. Esta pérdida de audición es reversible.
 - c) Pérdida permanente del umbral inducido: es la que no es reversible. Puede ser producto de trauma acústico o por acumulación de exposiciones repetidas al ruido durante muchos años.

Ahora te presentamos un cuadro del área de audición humana según su potencial de pérdida acústica

Cuadro N° 6



Fuente: Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido.

El área de audición humana se divide en cuatro zonas:

- ♦ Zona I: está por debajo del umbral de audibilidad (Ef. 0,254 Hz a 75 dB).
- ♦ Zona II: está limitada por el nivel sonoro inferior y el nivel superior, comprende sonidos audibles que no producen lesiones auditivas.
- ♦ Zona III: representa la región de riesgo cualificado, dependiendo del nivel del ruido, duración, número de exposición y variables biológicas.
- ♦ Zona IV: está limitada por el umbral de malestar (abajo) y umbral del dolor (arriba). La exposición a sonidos en esta área conllevan a lesiones y pérdidas de audición en cuestiones de segundos o minutos.

3.4 APARATOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA

- Concepto: como su nombre lo indica, se denomina también protector auditivo que se usa para reducir la audición peligrosa y/o los efectos subjetivos molestos del sonido. Son más utilizados por la industria, ejército, en actividades recreativas, deportivas y en el hogar.
- Principales aparatos de protección auditiva:
 - Taponos para los oídos. Se coloca en el oído externo, están elaborados de vinilos, siliconas, algodón, cera, fibra de vidrio, espumas. Pueden ser:
Premoldeados, moldeables, moldeado a medida del usuario y semi-insertados
 - Auriculares. Están compuestos de una banda para la cabeza y de dos cascos circunaurales (cierra completamente el oído externo), de plástico y se sella en una almohadilla de espuma o llena de fluido. Se pueden acoplar a cascos u otros protectores de la cabeza.
 - Cascos: es un aparato que encierra una parte sustancial de la cabeza que debe tener cascos circunaurales o un forro denso que se ajuste fuertemente alrededor de los oídos.

AUTOEVALUACIÓN N° 3

- La células auditivas sensitivas se llaman _____ y son parte de la membrana basilar llamada _____
- Mencione tres diferencias entre umbral de audición y sonoridad:
 -
 -
 -
- El enmascaramiento se asemeja al fenómeno auditivo llamado _____
- Los efectos del ruido repercuten más en el corazón, pulmones, vista y piel porque:

- Completa el siguiente cuadro diferencial:

Trauma Acústico	Pérdida Auditiva Temporal	Pérdida Auditiva Permanente

- La pérdida de la audición por causa de ruidos altos se realiza específicamente a nivel de: _____

IV. CONTROL DEL RUIDO

4.1 TÉCNICAS DE CONTROL DE LAS VIBRACIONES Y SONIDO

Consiste en mantener las vibraciones dentro de los límites aceptables, siendo para esto necesario:

- ♦ Proteger el equipamiento, estructuras y al personal de las vibraciones.
- ♦ Limitar el sonido irradiado por las superficies estructurales vibrantes.

En términos generales el control de las vibraciones se realiza controlando los tres elementos básicos de la sonoridad:

Control de la vibración en la fuente: es el más eficaz, requiere dos cosas básicas:

- ♦ Modificación o Reducción de las fuerzas de impacto, rozamiento, electromagnéticos, fluidos, etc.
- ♦ Reducción de movimientos de los componentes del equipamiento sobre las que estas éstas fuerzas actúan directamente.

Control de la vibración en las vías de transmisión: se pueden realizar de dos formas:

- ♦ Interrumpiendo discontinuamente la vía de transmisión.
- ♦ Dispersión y disipación de la energía debido a la distancia entre el receptor y fuente.

Control de la vibración en el receptor: Se realiza a través de tres formas:

- ♦ Modificando el receptor.
- ♦ Reduciendo el movimiento del punto de conexión.
- ♦ Reduciendo la vibración del receptor usando aislantes.

4.2 CONTROL DEL RUIDO EN LA VIDA COTIDIANA

En base al control de las vibraciones, podemos notar que es necesario tener conocimiento de ciertas condiciones para evitar una contaminación sonora en nuestras viviendas.

Sin embargo primero debemos precisar algunos conceptos:

- ♦ Ruido ambiental: es el ruido envolvente asociado a un determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas, ningún sonido es dominante.
- ♦ Ruido comunitario o comunal: hace referencia al ruido exterior en la vecindad de las áreas habitadas.

El ruido de la comunidad varía en magnitud y carácter entre distintas ubicaciones, desde las áreas suburbanas silenciosas que bordean zonas rurales a las calles del centro de la ciudad, expuestos al estrépito del tráfico ciudadano. Esta magnitud varía según las horas, porque durante la noche es relativamente silenciosa y más ruidosa durante la mañana y tarde.

Ante esta problemática, lo recomendable es un estudio de niveles acústicos en la planificación urbanística, con la finalidad de crear espacios con el menor ruido posible. Además, es más eficaz adoptar medidas preventivas (campañas de educación ambiental).

En tal sentido, las cifras medias aceptables son 65 dB durante el día y 55 dB durante la noche.

La capacidad auditiva se deteriora en el intervalo entre 75 dB y 125 dB y se convierte en un nivel doloroso en el intervalo 125 dB y 140 dB.

El siguiente cuadro nos muestra la presión sonora de algunos objetos y animales:

Cuadro N° 7

Animal/objetos	Presión sonora	Animal/objeto	Presión sonora
Pájaros trinando	10 dB	Claxon automóvil	90 dB
Rumor de hojas de árboles	20 dB	Claxon autobús	100 dB
Zonas residenciales	40 dB	Interior de discotecas	110 dB
Conversación normal	50 dB	Motocicletas sin silenciador	115 dB
Ambiente de oficina	70 dB	Taladradores	120 dB
Interior de fábrica	80 dB	Avión sobre la ciudad	130 dB
Tráfico	85 dB	Umbral de dolor	140 dB

Frente a esto, se establece también un nivel máximo de ruidos emitidos (procedentes) de exteriores que no sobrepasarán estos límites:

Cuadro N° 8

Lugar	Nivel máximo de ruido
Hospitales	25 dB
Bibliotecas y Museos	30 dB
Cines, teatros y salas de conferencia	40 dB
Colegios y hoteles	40 dB
Oficinas y despachos públicos	45 dB
Grandes almacenes, restaurantes y bares	55 dB

Viviendas: no deben usarse máquinas o aparatos de más de 80 dB, se prohíbe el trabajo nocturno si el nivel sonoro sobrepasa los 30 dB.

Adicionalmente a esto, se recomienda el uso de materiales que absorben el sonido.

- ♦ Cortinas: deben ubicarse a unos 15 a 30 cm de distancia con referencia a la pared.
- ♦ Alfombras: los coeficientes de absorción dependen de la altura del pelo, peso del pelo, tipo de material de soporte, pelo cortado o rizado, grueso, etc. ejemplo, el pelo cortado lacio tiene mayor absorción que el de pelo rizo.

4.3 RUIDO Y LEGISLACIÓN

El control del ruido en la industria y en la comunidad se ha convertido en una medida legal, esto produce una colaboración cercana ente expertos técnicos, dirigentes comerciales, agentes gubernamentales y abogados.

¿Cuándo se inició la legislación del control del ruido?

La legislación estatutaria en relación con los efectos del ruido en el oído de los trabajadores fue la primer regla efectiva, creada a mediados del siglo pasado.

De este modo, vemos que el ruido como contaminante forma parte de la contaminación ambiental, tanto en el ámbito laboral como en el urbano.

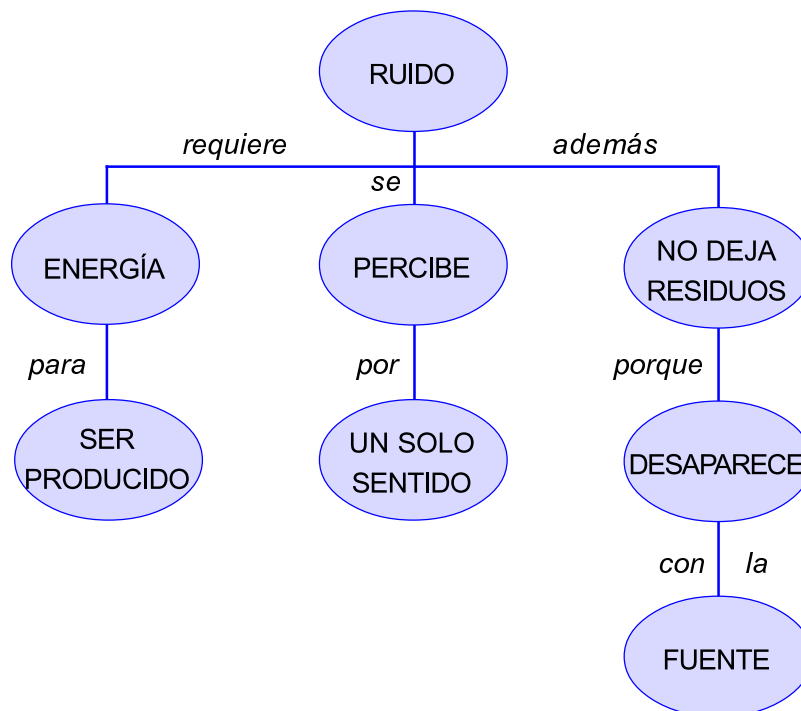
En los Estados Unidos se ha establecido la ley sobre Bases del Ambiente (1994) y su reglamento del sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (1997), que determinan los proyectos que deben realizar un Estudio de Impacto Ambiental (E I A) y una Declaración de Impacto Ambiental (D I A).

4.4 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

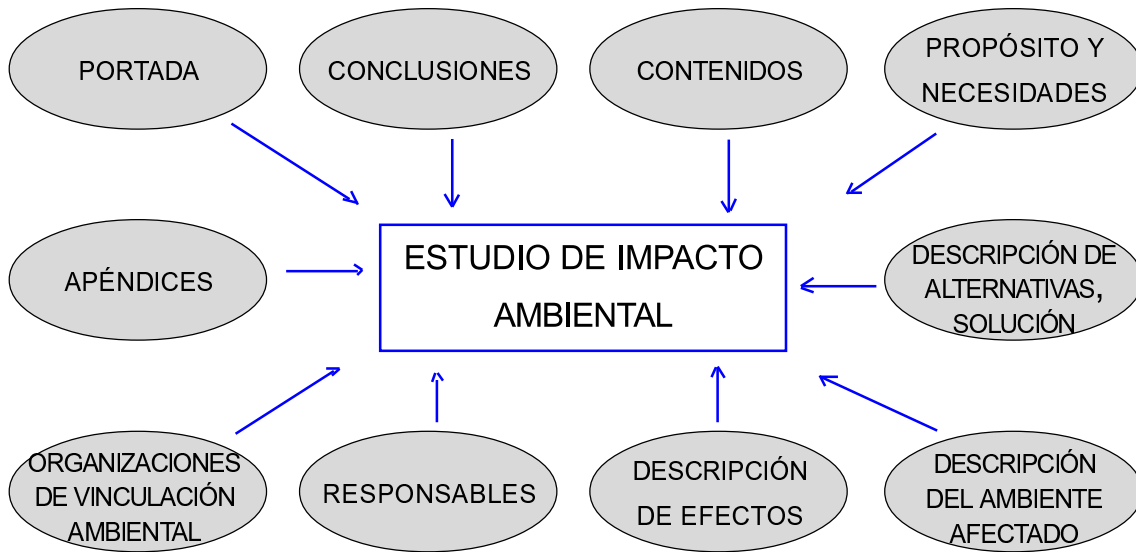
Como sabes, el aumento del ruido producido por el hombre ha llegado a niveles peligrosos que ponen en riesgo su salud física y mental, así como biomasa a su alrededor. En este sentido, se define al IMPACTO AMBIENTAL como:

Efectos a corto y largo plazo de cualquier acción sobre el entorno físico y social de las personas, sobre la naturaleza y sobre la vida salvaje.

Al respecto, el ruido presenta ciertas características que lo diferencian de los otros contaminantes:



El objetivo global del estudio de impacto ambiental y del proceso de evaluación, consiste en un análisis de costo-beneficio de alcance nacional y social. Asimismo, el estudio de impacto ambiental se pone en práctica a través de proyectos que incluyen los siguientes elementos:



Por tanto, el estudio de impacto acústico tiene como pilares la medición del ruido a nivel de la línea base, su predicción y determinación de medidas de mitigación y/o reparación y/o compensación. En consecuencia a través del proyecto se debe asegurar un rango crítico de 35 dB de nivel de presión sonora para asegurar la no perturbación del sueño de los ciudadanos y cumpliendo con el derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación.

¡Ahora te sugerimos realizar el último esfuerzo!



AUTOEVALUACIÓN N° 4

1. La capacidad humana acepta una cifra de _____ dB durante la noche y _____ durante el día.
2. ¿Cuál es la condición que se le pone a las empresas para desarrollar un trabajo nocturno?

3. La legislación de control del ruido nace o se origina por:

4. El objetivo general del estudio de impacto ambiental es:

5. El estado de impacto acústico se operativiza a través de:

GLOSARIO

Atenuante: que aminora, disminuye, pone tenue, sutil o delgado.

Ciclo: es la vibración de la partícula para ampliar una oscilación doble.

Circunaurales: aparatos que cierran completamente el oído externo y se sella contra el costado de la cabeza con una almohadilla de espuma o llena de fluido.

Compresiones: se refiere a un pulso de aire comprimido, existe alta presión de aire que lo impulsa hacia fuera del ambiente.

Dactilar: se refiere o pertenece a los dedos.

Elasticidad: es la capacidad de un material para cambiar de forma como consecuencia de la aplicación de una fuerza y recuperar su forma original cuando la fuerza desaparece.

Enrarecimiento: es una zona de baja presión de aire.

Gradientes: variación de la presión barométrica entre dos puntos.

Onda sinusoidal: es aquella cuyo trazo obtenido puede representarse matemáticamente mediante una función de seno.

Otología: parte de la patología que tiene por objeto el estudio de las enfermedades del oído.

Rarefacciones: se refiere al movimiento del aire de baja presión hacia dentro de un ambiente.

Reverbaciones: es la prolongación del sonido después de que la fuente ha cesado de sonar.

Sonómetro: es un instrumento que es utilizado para la medición del nivel sonoro con ponderación de frecuencia y ponderación exponencial de tiempo promedio estandarizado.

Supersónico: se refiere al objeto o animal cuya velocidad es mayor que la del sonido.

Umbral: primer paso o entrada de una cosa.

Umbral auditivo: es la presión sonora mínima de un sonido especificado que es capaz de evocar una sensación auditiva.

Umbral de dolor: es el nivel mínimo de presión sonora de un sonido especificado que producirá una sensación definitiva de dolor en el oído.

BIBLIOGRAFÍA

HARRIS, Cyril. Manual de medidas acústicas y control del ruido. Volumen I y II Madrid - España.

HEWITT, Paul. Física conceptual, 1995, Estados Unidos - Addison Wesley Editorial Iberoamericana.

SERWAY, Raymond. Física, 1996. México, traducido por Gabriel Mac Donald - Desmond. Física para las ciencias de la vida y la salud Estados Unidos. Editorial Fondo Educativo Iberoamericano.

SEOANEZ CALVO, Mariano. Medio Ambiente y Desarrollo 1998. España. Ediciones Mundi Prensa.