



## Unidad 1 - Física: Ondas y sonido

**Nivel: 1º medio**

**Profesor:**

**Objetivos:**

- 1. Identificar y conocer las características de las ondas y cómo se presentan, y los fenómenos relacionados con el sonido y su propagación.**
- 2. Aplicaciones científicas y tecnológicas del sonido.**

**Introducción:**

El despertador al empezar el día, el trino de un pájaro, el motor de una micro, la sirena de un barco, la bocina de un tren. Todos los días escuchamos un sinfín de estímulos sonoros que determinan nuestra vida cotidiana. En esta unidad vamos a profundizar en la naturaleza del sonido y estudiaremos de qué manera se comporta en distintas situaciones. La rama de la Física que se preocupa de su estudio se llama acústica, y sus aplicaciones pueden ir desde la fabricación de instrumentos musicales hasta la exploración del fondo submarino. ¿De qué manera? En el desarrollo de esta unidad encontrarás la respuesta de esta y muchas otras interrogantes.

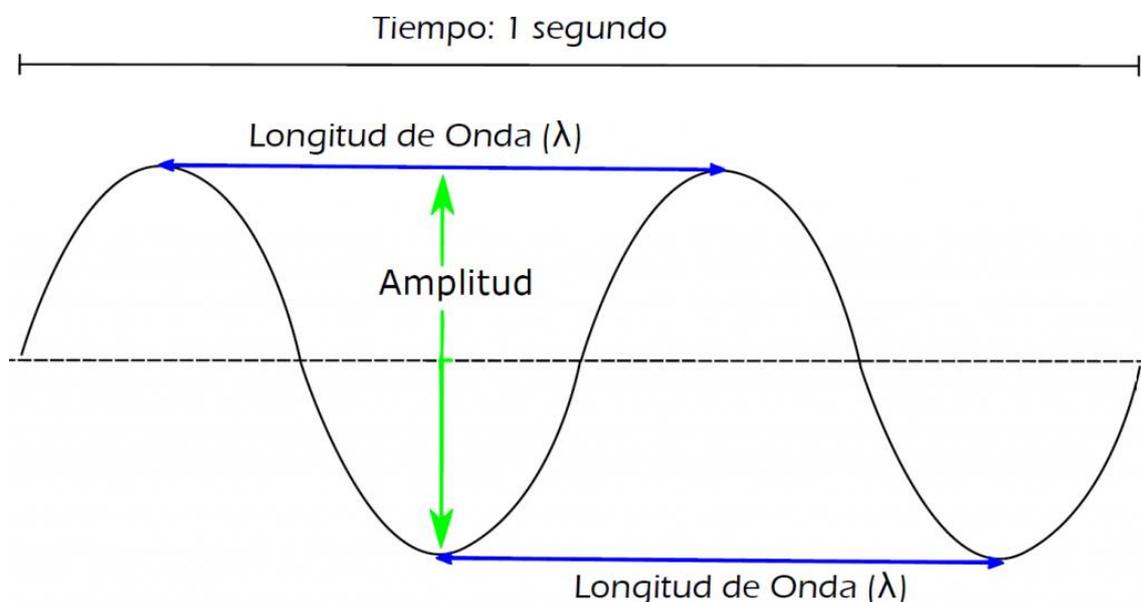
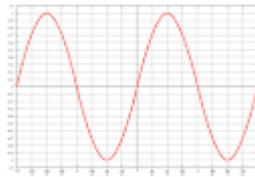
### **1. ¿Qué es una onda?**

En [física](#), se conoce como onda a la propagación de la energía (y no de la masa) a través del [espacio](#), mediante la perturbación de alguna de sus propiedades físicas, como son la [densidad](#), [presión](#), campo eléctrico o campo magnético. Este fenómeno **puede darse en un espacio vacío o en uno que contenga materia** ([aire](#), [agua](#), tierra, etc.).

Las ondas se producen como **consecuencia de oscilaciones y vibraciones de la [materia](#)**, propagándose en el tiempo según lo descrito por la Teoría de ondas, rama de la [física](#) encargada de comprender dicho fenómeno, sumamente común en el [universo](#). La propagación de las ondas es uno de los [fenómenos físicos](#) fundamentales.

De acuerdo al origen de las ondas o la naturaleza del medio a través del cual se propagan, entonces, dependerán los efectos de su aparición y las características que posean. Así, podemos hablar de ondas de [luz](#), sonoras, etc., cada una con **propiedades físicas y una frecuencia diferente**, dependiendo de qué tan resistente o no sea el medio para su propagación y qué tanta [energía](#) transporten.

Algunas ondas, como las sonoras, no pueden transportarse en el vacío. Requieren, pues, de un medio físico presente. Otras, como las microondas, pueden hacerlo perfecta y velozmente: es así como operan los satélites artificiales que reenvían información a la Tierra.



## 2. Tipos de onda

Podemos clasificar las ondas de acuerdo a distintos criterios, tales como son:  
**Según el medio en que se propagan.** De acuerdo al medio podemos distinguir entre:

- **Ondas mecánicas.** Aquellas que precisan de un medio elástico ([líquido](#), [gaseoso](#) o [sólido](#)) y de condiciones determinadas de temperatura y presión, para propagarse efectivamente. Ejemplo: las ondas sonoras.
- **Ondas electromagnéticas.** Aquellas que no requieren de un medio, pues se pueden perfectamente propagar en el vacío, ya que se deben a variaciones cíclicas del campo electromagnético de la materia. Ejemplo: la luz.

- **Ondas gravitacionales.** Recién confirmadas por la ciencia, son alteraciones del espacio-tiempo en donde reside la realidad del universo

**Según su periodicidad.** Podemos hablar de ondas periódicas (presenta ciclos repetitivos en su producción) o no periódicas (sus ciclos son irregulares).

**Según su dirección.** Podrán ser unidimensionales (se propagan a través de una sola dimensión del espacio), bidimensionales (se propagan a través de dos dimensiones y se suelen llamar también *superficiales*) y tridimensionales (se propagan en tres dimensiones y suelen llamarse *esféricas*).

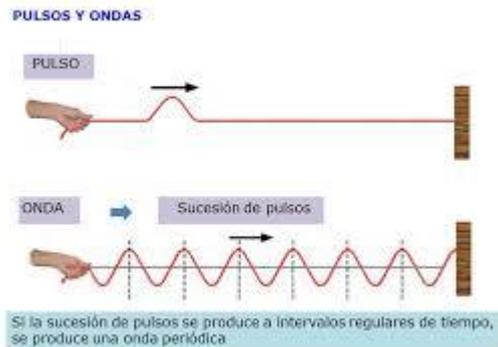
**Según el movimiento del medio.** Pueden ser ondas longitudinales (las [partículas](#) del medio se mueven en la misma dirección en que se propaga la onda) o bien ondas transversales (las partículas vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda).

### 3. Partes de una onda

Una onda se compone de las siguientes partes:

- **Cresta.** El punto máximo en la ondulación, es decir, en la amplitud de onda: el punto más alejado del reposo que alcanza.
- **Período.** Representado con la letra T, es el [tiempo](#) que demora la onda en ir desde su cresta hasta la siguiente, o sea, en repetirse.
- **Amplitud.** Representado con la letra A, mide la distancia vertical entre la cresta y el punto medio de la onda, a mitad de camino hacia el reposo. Esta medida puede crecer o decrecer en el tiempo dependiendo del caso.
- **Frecuencia.** Representado con la letra f, es el número de veces que la onda se repite en una unidad determinada de tiempo, razón por la cual se calcula según la fórmula  $f = 1/T$ .
- **Valle.** Lo contrario de la cresta: el punto más próximo al reposo de la onda.
- **Longitud de onda.** Representado por el símbolo  $\lambda$  (lamda), es la distancia entre dos crestas consecutivas de la ondulación.
- **Ciclo.** Se llama así a una ondulación completa, de principio a fin.

## 4. ¿Cómo se propagan las ondas?



Como se ha dicho, las ondas suelen necesitar de un medio material para propagarse, aunque algunas lo pueden hacer perfectamente en el vacío. Esto depende de la naturaleza de la onda.

Por ejemplo, **las ondas electromagnéticas no requieren de un medio material para propagarse**, por lo que son una forma de radiación. Esto se debe a que constituyen alteraciones en los campos eléctricos y magnéticos de las partículas, y se desplazan a velocidades muy elevadas ([la velocidad de la luz](#), por ejemplo, de 300.000 km/s).

En cambio, **las ondas mecánicas precisan de un medio físico para propagarse**, como puede ser el agua, un metal, el aire de la [atmósfera](#) u otros elementos y superficies, con tal de que sean susceptibles de transmitir una ondulación, como ocurre en los temblores o en la superficie del agua cuando arrojamamos una piedra a un estanque.

### 1. ¿Qué es el sonido?

Cuando hablamos de sonido, nos referimos a la propagación de las **ondas mecánicas originadas por la vibración de un cuerpo a través de un fluido o un medio elástico**. Dichas ondas pueden o no ser percibidas por los [seres vivos](#), de acuerdo a las características de las [ondas](#) transmitidas, y a la afectación que sobre ellas ejerce el medio por el cual se transmiten.

Existen sonidos **audibles por el oído humano y otros que sólo perciben ciertas especies de animales**. En cualquier caso, se componen de ondas acústicas debidas a la oscilación de la presión del [aire](#), que son percibidas por el oído y transmitidas al cerebro para ser interpretadas. En el caso del [ser humano](#), este proceso es esencial para la [comunicación](#) hablada.

El sonido puede propagarse también en otros elementos y sustancias, [líquidos](#), [sólidos](#) o [gaseosos](#), pero a menudo sufriendo ciertas modificaciones. En cualquier caso se trata de

**un transporte de energía sin transporte de materia**, y al contrario de las ondas electromagnéticas de la luz o la radiación, no puede propagarse en el vacío.

Estos fenómenos son estudiados por la acústica, una rama de la [física](#) y de la ingeniería que busca entender lo más posible la ciencia del sonido. También **es de sumo interés para la fonética**, rama de la lingüística especializada en la comunicación oral de los seres humanos en sus distintos idiomas.

## Características del sonido

El sonido se produce cuando un cuerpo vibra rápidamente, y transmite dichas vibraciones al medio circundante en forma de ondas sonoras. Éstas se desplazan expansivamente, a una velocidad promedio (en aire) de 331,5 m/s, y pueden reverberar (“rebotar”) en distintos tipos de superficies, **logrando distintos efectos de eco o de distorsión**, que a menudo magnifican su potencia (como en las cajas de resonancia o los parlantes).

Sea cual sea su origen, el sonido presenta las siguientes características físicas:

**Frecuencia (f)**: el número de vibraciones completas por segundo que efectúa la fuente del sonido y que se transmite en las ondas. Un sonido audible por los seres humanos tendrá una frecuencia de entre 20 y 20.000 Hz. Por encima de ese rango será un ultrasonido perceptible a lo sumo por algunos animales.

- **Amplitud**: Se relaciona con el volumen y la intensidad (potencia acústica), y tiene que ver con la cantidad de energía transmitida en las ondas.
- **Longitud de onda ( $\lambda$ )**: La distancia que recorre una onda en un período determinado de [tiempo](#), es decir, el tamaño de la onda.
- **Potencia acústica (W)**: Es la cantidad de energía emitida en las ondas por unidad de tiempo determinada. Se mide en vatios y depende directamente de la amplitud de onda.
- **Espectro de frecuencia**: La distribución de la energía acústica en las diversas ondas que componen el sonido.

## 3. ¿Cómo se propaga el sonido?

El sonido se propaga en líquidos, sólidos y gases, pero lo hace con mayor rapidez en los dos primeros. Esto se debe a que la compresibilidad y la [densidad de la materia](#) tienen efectos sobre la transmisión de las ondas: a menor densidad o mayor compresibilidad del medio, menor será la velocidad de transmisión del sonido. La temperatura también puede influir en el asunto.

Así, la propagación del sonido **no puede darse si no existe un medio material cuyas moléculas puedan vibrar**. Es por ello que una explosión en el espacio exterior no podría ser percibida auditivamente, mientras que en los rieles metálicos del tren puede percibirse su venida mucho antes de que su sonido nos alcance a través del aire.

## 4. Propiedades del sonido

A grandes rasgos, el sonido tiene cuatro grandes propiedades:

- **Altura o tono.** De acuerdo a su [frecuencia](#), los sonidos se clasifican en agudos (alta frecuencia), medios (frecuencia media) y graves (baja frecuencia). La frecuencia es lo que distingue las notas musicales entre sí.
- **Duración.** Tiempo durante el cual un sonido vibra. Existen sonidos largos, cortos o muy cortos, por ejemplo.
- **Intensidad.** La cantidad de energía contenida en un sonido, es decir, su fuerza, que tienen que ver con su amplitud y su potencia acústica, se miden en decibeles (db) y distingue entre sonidos fuertes y débiles. Un sonido es audible por encima de los 0 db y produce dolor al ser humano por encima de los 130.
- **Timbre.** Tipificación del sonido en base a su origen, es decir, la naturaleza del sonido conforme a su origen. Los distintos instrumentos musicales pueden ejecutar las mismas notas, pero cada uno con su respectivo timbre sonoro.

Hasta ahora hemos estudiado algunas propiedades de las ondas, como la Propagación y reflexión, también cómo se clasifican según la dirección de su vibración, su naturaleza, o, su propagación. A continuación, estudiaremos otras propiedades, poniendo especial énfasis en ejemplos relacionados con el sonido.

### \* Difracción de ondas.

La difracción se produce cuando la longitud de la onda, en este caso la longitud de onda del sonido, es menor o similar a la longitud de la abertura, en este punto (la abertura) es donde la onda se difracta, posibilitando que la dirección de propagación se amplíe.

### \* Refracción de ondas.

Si dos botes están en un lago separados por varios metros, es posible que los tripulantes puedan escuchar sonidos del otro bote lejano (ver dibujo A). ¿Cómo podrías explicar la situación ilustrada? Recuerda que la rapidez del Sonido se modifica si cambia la temperatura del medio, en el aire, por ejemplo, viaja más rápido si mayor es su temperatura. En un lago, la temperatura en las cercanías del agua es menor; esto hace que el sonido cambie su

Trayectoria, volviendo a las cercanías del agua, cosa que no ocurre en tierra (ver dibujo B). Este fenómeno se llama refracción de una onda sonora.

## 5. Superposición de ondas.

la capacidad de las ondas sonoras de superponerse, sin perder las cualidades de cada una. Esta es una propiedad de los fenómenos ondulatorios, y se conoce como superposición de ondas.

## 6. Efecto Doppler.

Se puede apreciar al Ubicarse en la calle, en un lugar donde transiten vehículos; notarás que el Tono del sonido sufre una variación si el móvil se acerca a tu posición o si se aleja de ti. Mucho más notorio sería el efecto si tuvieras la oportunidad de escuchar una ambulancia que lleva su sirena encendida; notarás que a Medida que se acerca, el tono se hace más agudo, mientras que cuando se aleja de ti, el tono se hace más grave. ¿Qué ocurre, entonces, con la frecuencia del sonido? La frecuencia del sonido percibida por una persona en Reposo cambia durante el desplazamiento de la fuente que lo genera. Sin Embargo, en los casos descritos sabemos que la frecuencia del sonido se Mantiene constante. Este fenómeno, en que la frecuencia de la onda sufre un cambio producto del movimiento relativo que hay entre la fuente sonora y el receptor, se denomina efecto Doppler, y ocurre para todo tipo de ondas.

¿Quiénes descubrieron el efecto Doppler?

El efecto Doppler fue enunciado por primera vez por el austríaco Christian Doppler, quien lo propuso en el año 1842 en una monografía titulada "Sobre el color de la luz en estrellas binarias y otros astros". Su hipótesis fue investigada en 1845 para el caso de ondas sonoras por el científico holandés Christoph Diederik, confirmando que el tono de un sonido emitido por una fuente que se aproxima al observador es más agudo que si la fuente se aleja. El físico francés Hippolyte Fizeau descubrió, independientemente, el mismo Fenómeno en el caso de ondas electromagnéticas, en 1848, por lo que en Francia este efecto se conoce como "efecto Doppler-Fizeau".

## 7. Sonido musical

**La música es el conjunto rítmico y ordenado de sonidos**, por lo general los provenientes de los instrumentos musicales y de la voz humana (canto). La distinción entre música y ruido es convencional, vale decir, de origen cultural, y tiene que ver con las consideraciones de armonía y belleza de la época.

¿A qué nota musical corresponde un sonido cuyo período es de  $2,27 \times 10^{-3}$ s?  
Conocido el período  $T$ , la frecuencia se puede determinar como: ...?

### Cuestionario

Curso: 1º medio

Prof: Oscar Tapia

Objetivos: (a) Reforzar los conceptos tratados en clases.

(b) Aplicar los conceptos estudiados en problemas cotidianos.

Instrucciones: se reúnen en grupos de a 5 personas. Responda y/o comente las distintas preguntas que se presentan. Dibuje cuando pueda.

1. ¿Cuál es el rango de audición del ser humano?
2. ¿Qué entiende por onda?
3. ¿Qué entiende por onda estacionaria?
4. La reflexión de una onda, consiste en:
  5. ¿Qué entiende por nodo
  6. ¿Qué es el decibel?
  7. ¿Qué entiende por onda longitudinal y transversal?
  8. ¿Como se clasifican las ondas?
  9. Nombre otras formas de percibir el sonido.

### Taller

Nombre:

Curso: 1º Medio

Prof: Oscar Tapia P.

Puntaje Máximo: 20

Puntaje de corte: 11,4

Objetivos: (a) Demostrar lo aprendido en clases.

(b) Aplicar los conceptos estudiados en problemas cotidianos.

Marcar la alternativa que Ud. crea correcta. No se aceptarán borrones ni dobles marcas. Use lápiz pasta. Todas las preguntas de alternativas valen 1 punto. Las preguntas de desarrollo 3 puntos. Dibuje cuando pueda. Puede recurrir a sus apuntes.

1. ¿Cuál es el rango de audición del ser humano?

(a) Entre 2000 y 20000 hz. (b) Entre 1000 y 2000 hz. (c) Entre 20 y 20000 hz.

2. ¿Qué entiende por onda?

(a) Cada partícula oscila en torno a su posición de equilibrio. (b) Se propaga de distinta manera. (c) Fenómeno que resulta al perturbar una determinada región del espacio.

3. ¿Qué entiende por principio de superposición?

(a) La amplitud de vibración en un punto de la región, es la multiplicación algebraica de las amplitudes de cada onda. (b) La amplitud de vibración en un punto de la región, es la suma algebraica de las amplitudes de cada onda. (c) La amplitud de vibración en un punto, es la división algebraica de cada onda.

4. ¿Qué entiende por onda estacionaria?

(a) Se forman cuando una onda viajera se refleja invertida respecto de la onda incidente, en un extremo de un medio dado. (b) La amplitud de la vibración de las moléculas del medio permanece constante. (c) Su amplitud disminuye a medida que transcurre el tiempo.

5. ¿Cuáles son los tipos de interferencia?

(a) Nodos y antinodos. (b) Constructiva y destructiva. (c) Nodos y destructiva.

6. La reflexión de una onda, consiste en:

(a) Cuando la onda reflexiona sobre sí misma. (b) Se refleja en superficies sólidas, en forma más eficiente mientras más denso sea el medio reflectante. (c) No rebotar cuando llega a un medio absorbente.

7. ¿Qué entiende por nodo?

(a) Pasan del máximo de amplitud al mínimo de amplitud. (b) Permanecen fijos. (c) Equivalen a la distancia que avanza la perturbación fija en sus extremos.

8. ¿De qué depende la frecuencia con que vibra una cuerda?

(a) La longitud de la cuerda, de la tensión y de la masa. (b) De la tensión, de la temperatura y de la amplitud. (c) De la masa, de la tensión y de la longitud de onda de la onda.

9. ¿Qué es el decibel?

(a) Es la longitud de onda del sonido. (b) Es la unidad de medida del sonido. (c) Es la unidad de longitud del sonido.

10. Nombre las cualidades del sonido?

(a) Tono, timbre y amplitud. (b) Timbre, intensidad y efecto sonoro. (c) Intensidad, timbre y tono.

11. Nombre propiedades de las ondas. Explique con sus palabras. Dé ejemplos de cada propiedad.

12. ¿Qué entiende por onda longitudinal y transversal?

13. Comente sobre la generación del sonido.