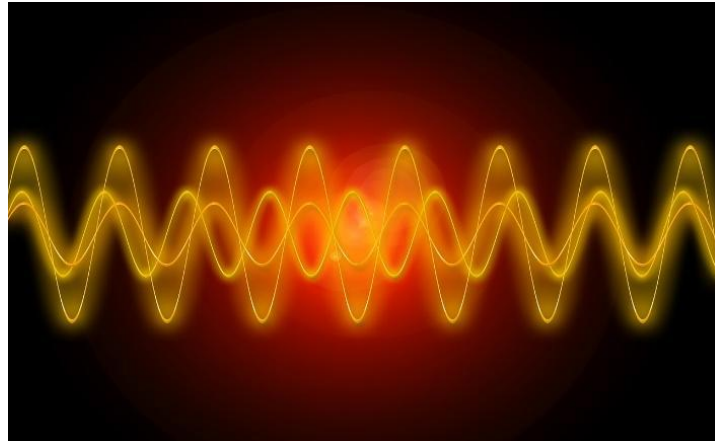


## Unidad 5: Ondas

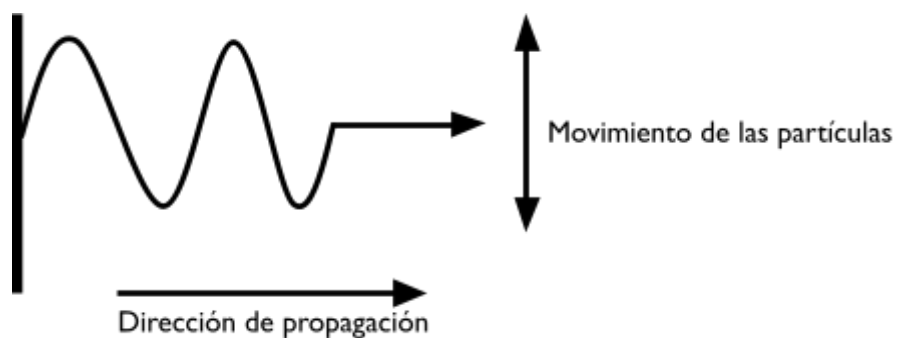
### 5.1 Caracterización de ondas mecánicas

Una onda es una perturbación que se propaga en la materia, existen dos tipos de ondas



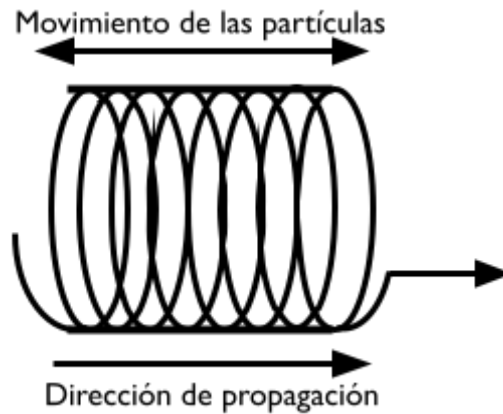
#### 5.1.1 Transversales

Son aquellas en que las partículas vibran de manera perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Ejemplo: un cuerpo que cae en el agua tranquila de un estanque o la forma en que se hace vibrar una cuerda.

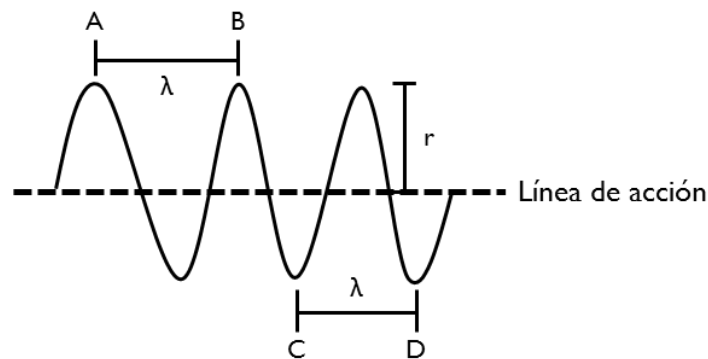


#### 5.1.2 Longitudinales

Son aquellas en que las partículas se mueven en la misma dirección en que se propaga la onda. Ejemplo: hacer vibrar un resorte o el sonido.



Elementos de una onda:



Donde:
$A$ y $B$ = crestas
$C$ y $D$ = valles
$r$ = amplitud
$\lambda$ = longitud de la onda

Características:

- Frecuencia ( $f$ ): Es el número de ondas que pasan por un punto.

Fórmula
$f = \frac{1}{T}$

Donde:
$f$ = frecuencia   Hertz, $\frac{vib}{s}$ , $\frac{ciclos}{s}$ , $\frac{1}{s}$
$T$ = periodo [s]

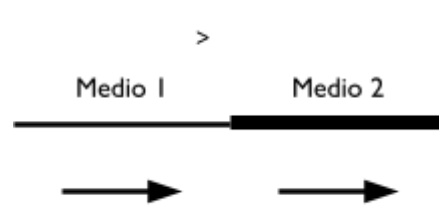
- Periodo ( $T$ ): Es el tiempo que tarda una onda en pasar por un punto.

Fórmula
$T = \frac{1}{f}$

Donde:	
$f = \text{frecuencia}$	Hertz, $\frac{\text{vib}}{\text{s}}$ , $\frac{\text{ciclos}}{\text{s}}$ , $\frac{1}{\text{s}}$
$T = \text{periodo [s]}$	

- Longitud de la onda ( $\lambda$ ): Es la distancia que hay entre dos crestas, dos valles o dos partículas en fase consecutiva.
- Amplitud: Es el máximo desplazamiento de las partículas de una onda.
- Velocidad de propagación ( $v$ ): Es la velocidad con la que se mueve una onda a través de un medio y es igual al producto de la longitud de onda por su frecuencia.

La velocidad de una onda puede ser baja, como la velocidad de una onda en un estanque, puede ser moderada como la del sonido que viaja a 340 m/s aproximadamente y dependiendo de la temperatura o una velocidad muy alta como la de las ondas de radio que viajan a  $3 \times 10^8$  m/s. La velocidad de propagación en un medio es diferente a otro, por ejemplo: en una cuerda con un extremo más delgado que el otro, la velocidad de propagación del extremo más delgado es mayor que la del extremo más grueso.



Fórmulas
$v = \lambda * f$ o $v = \frac{\lambda}{T}$

Donde:	
$v = \text{velocidad de propagación}$	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$ , $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ , $\frac{\text{km}}{\text{s}}$
$f = \text{frecuencia}$	Hertz, $\frac{\text{vib}}{\text{s}}$ , $\frac{\text{ciclos}}{\text{s}}$ , $\frac{1}{\text{s}}$

$T = \text{periodo [s]}$
$\lambda = \text{longitud de onda [m, cm, km]}$

Ejemplo 1:

¿A qué velocidad se propagan sobre la superficie del agua unas ondas transversales de 0.5 m de longitud de onda, que son emitidas con una frecuencia de 3 Hertz?

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$\lambda = 0.5 \text{ m}$ $f = 3 \text{ hertz}$ $v = ?$	$v = \lambda * f$	$v = (0.5 \text{ m})(3 \text{ hertz})$ $v = (0.5 \text{ m})\left(3\frac{1}{s}\right)$	$v = 1.5\frac{m}{s}$

Las unidades  $\frac{m}{s}$  en el resultado final se obtienen de la multiplicación  $(m)\left(\frac{1}{s}\right)$ , debido a que  $(m)(1) = m$ .

Ejemplo 2:

Se desea conocer la profundidad de una caverna, para esto se emite una onda de 15 Hz de frecuencia y 30 m de longitud de onda. Si la señal es captada 4 segundos después de haber sido emitida, ¿cuál es la profundidad de la caverna?

Solución:

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultado
$f = 15 \text{ Hz}$ $\lambda = 30 \text{ m}$ $t = 2 \text{ s}$ $v = ?$ $d = ?$	$v = \lambda * f$ $d = v * t$	$v = (30 \text{ m})(15 \text{ Hz})$ $v = 450\frac{m}{s}$ $d = \left(450\frac{m}{s}\right)(2 \text{ s})$ $d = 900 \text{ m}$	$d = 900 \text{ m}$

Primero se obtiene la velocidad con la que viaja la onda, para después calcular la profundidad de la cueva.

Las unidades  $\frac{m}{s}$  en la velocidad se obtienen de la multiplicación  $(m)\left(\frac{1}{s}\right)$ , debido a que  $(m)(1) = m$ .

Las unidades de la distancia se obtienen al resolver la siguiente fracción:

$$\frac{m \cdot s}{s}$$

Al resolver la fracción anterior se eliminan las unidades  $s$ , debido a que  $\frac{s}{s} = 1$ , quedando las unidades  $m$  en el resultado final.

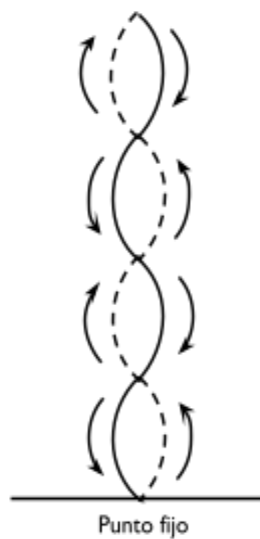
## 5.2 Reflexión y refracción de ondas

### 5.2.1 Reflexión

Es el cambio de dirección de una onda cuando choca con un medio que impide su propagación.



Reflexión de las ondas sobre una pared plana



Reflexión de ondas en el extremo de una cuerda

La reflexión es un fenómeno ondulatorio empleado por los murciélagos para poder volar sin chocar contra los objetos, ya que su visión es casi nula.

## 5.2.2 Refracción

Es el cambio en la velocidad que experimenta una onda al pasar de un medio a otro.

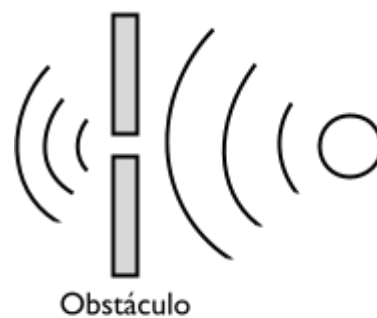
## 5.3 Difracción e interferencia de ondas

### 5.3.1 Difracción

Es la propiedad que tienen las ondas de rodear un obstáculo al ser interrumpida su propagación.

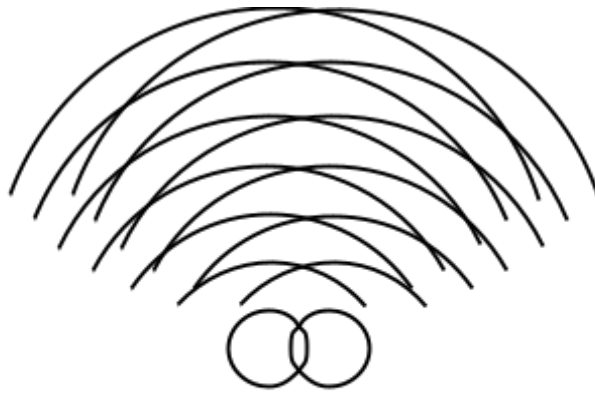


- Difracción por orificio:



### 5.3.2 Interferencia

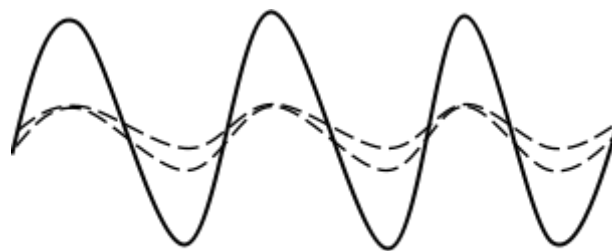
Es la superposición de dos o más ondas que se mueven simultáneamente.



Superposición de dos ondas que se propagan en un mismo medio

- Interferencia positiva o constructiva

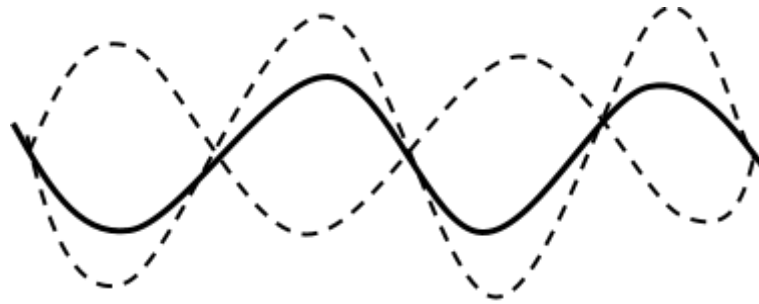
Es el fenómeno que ocurre cuando se superponen dos crestas o dos valles, cuando se encuentran dos crestas se suman sus amplitudes y su cresta crece, cuando se encuentran dos valles de la suma de sus amplitudes resulta un valle más profundo.



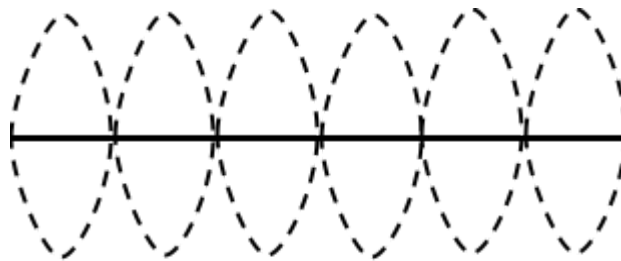
Crestas y valles coincidentes

- Interferencia negativa o destructiva

Es el fenómeno que ocurre cuando se superponen una cresta y un valle, se suman sus amplitudes opuestas y resulta una amplitud menor, cuando las amplitudes de la cresta y del valle son iguales y opuestas, la suma es igual a cero.



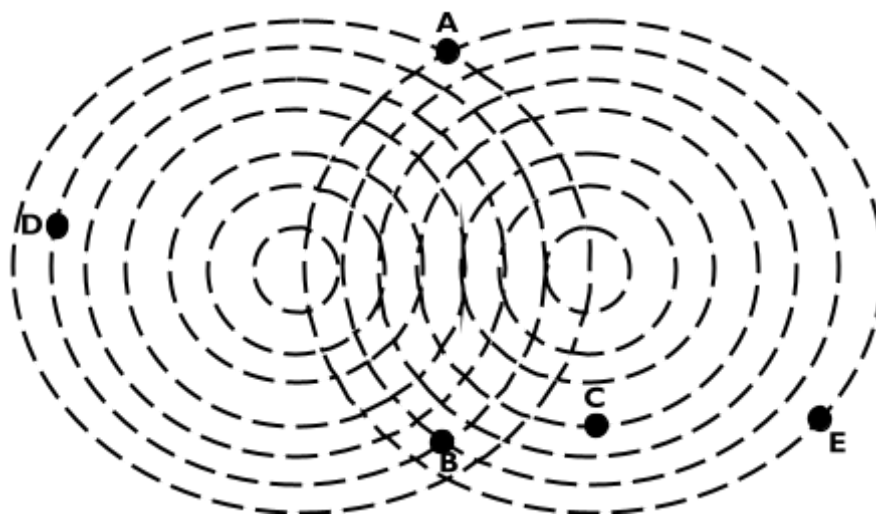
Amplitudes distintas y opuestas



Amplitudes iguales y opuestas

Ejemplo:

En la siguiente figura las circunferencias continuas representan a las crestas y las circunferencias punteadas a los valles, en un instante dado, de dos ondas producidas en la superficie de un líquido. En los puntos A y B las ondas interfieren constructivamente y en C interfieren destructivamente, si las amplitudes de cada onda son de 6 cm, ¿cuál es la amplitud de la onda resultante en los puntos A, B y C?





Solución:

Existe interferencia constructiva en:

- El punto A, entonces la amplitud de la onda resultante es:

$$6 \text{ cm} + 6 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

- El punto B, entonces la amplitud de la onda resultante es:

$$6 \text{ cm} + 6 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$$

- En el punto C existe interferencia destructiva, entonces la amplitud de la onda resultante es:

$$6 \text{ cm} - 6 \text{ cm} = 0 \text{ cm}$$

## 5.4 Energía de una onda incidente y de las ondas transmitidas y reflejadas

En un movimiento ondulatorio la energía de vibración del emisor es irradiada con las ondas a través de las partículas del medio. Ejemplo: Cuando se arroja un cuerpo a un estanque, si no cambia el emisor la energía que irradia, su movimiento oscilatorio se amortigua rápidamente, pero no cambia su frecuencia ni su periodo hasta que se anula por completo.



Movimiento ondulatorio amortiguado