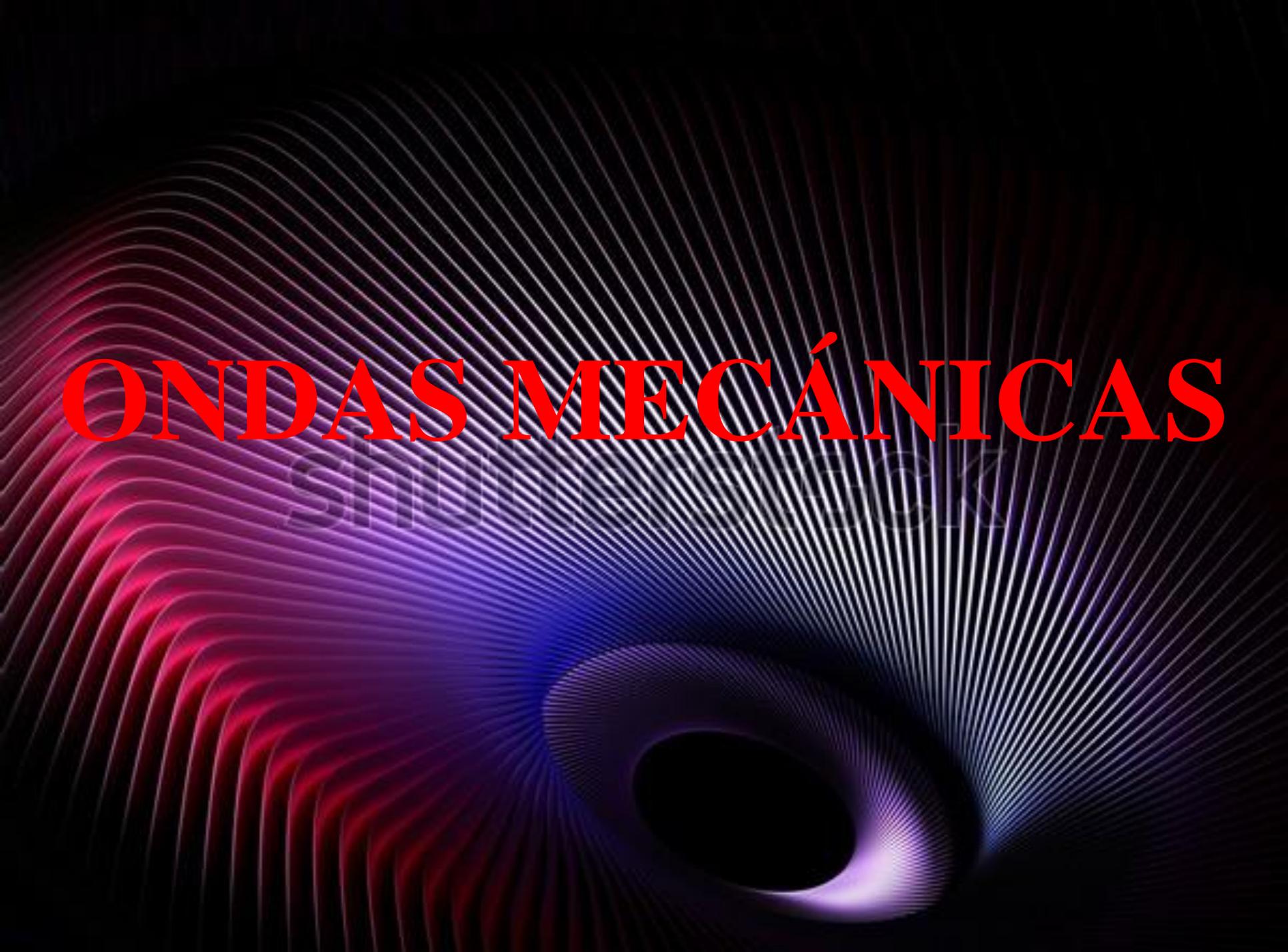


# ONDAS MECÁNICAS

The background features a complex, abstract pattern of concentric, overlapping wave-like lines. The colors transition from deep red on the left to vibrant purple and blue on the right, creating a sense of depth and movement. The lines are most densely packed in the lower right quadrant, where they form a circular, vortex-like shape.

# Introducción

Una **onda mecánica** es:

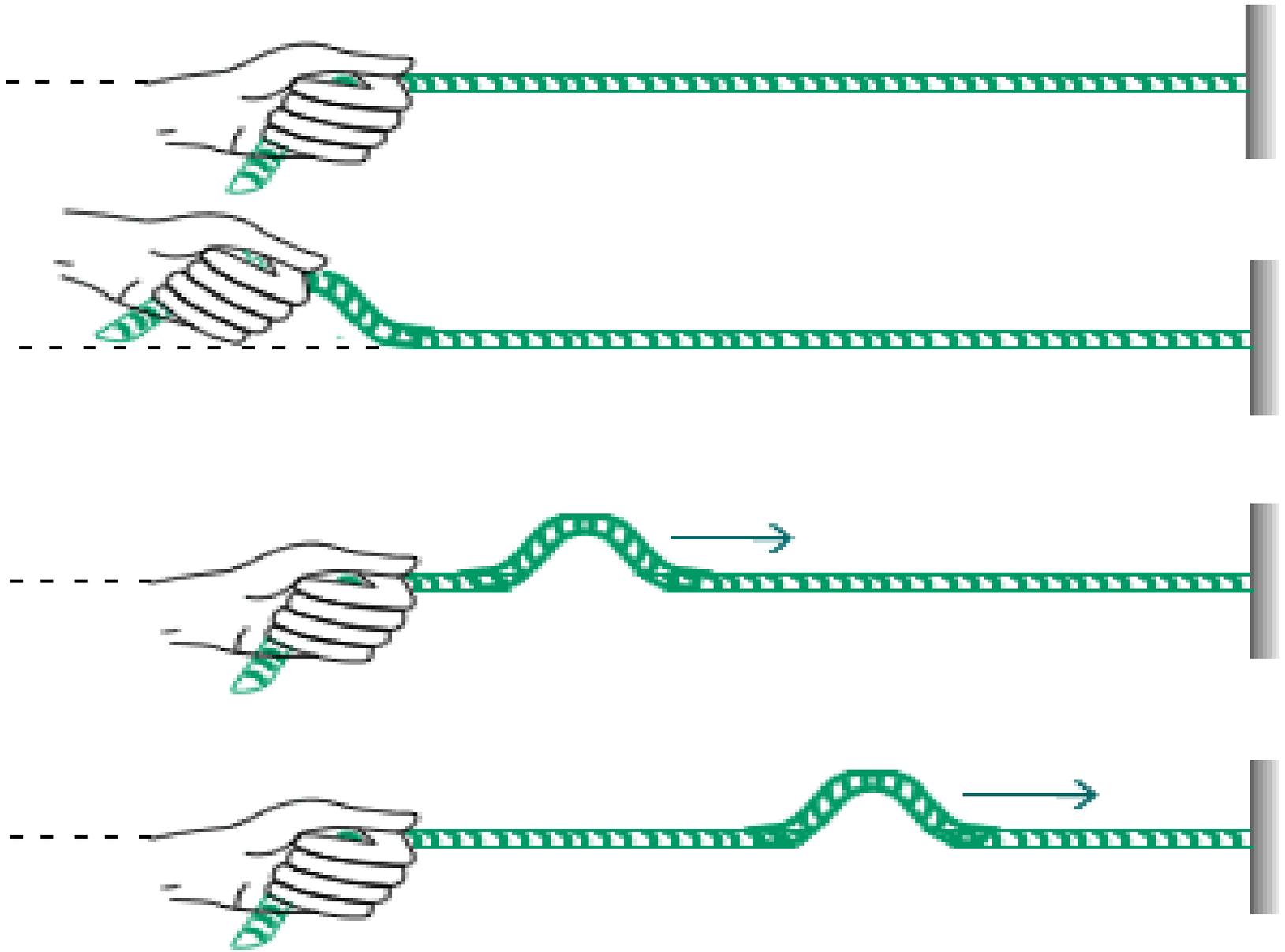
1- Una **perturbación temporal** que viaja a través de un material o una sustancia, que es el **medio** que utiliza la onda para propagarse.

2- Un **fenómeno de propagación** de una perturbación que involucra **transporte de ENERGÍA** y **CANTIDAD DE MOVIMIENTO** a través de un medio material.

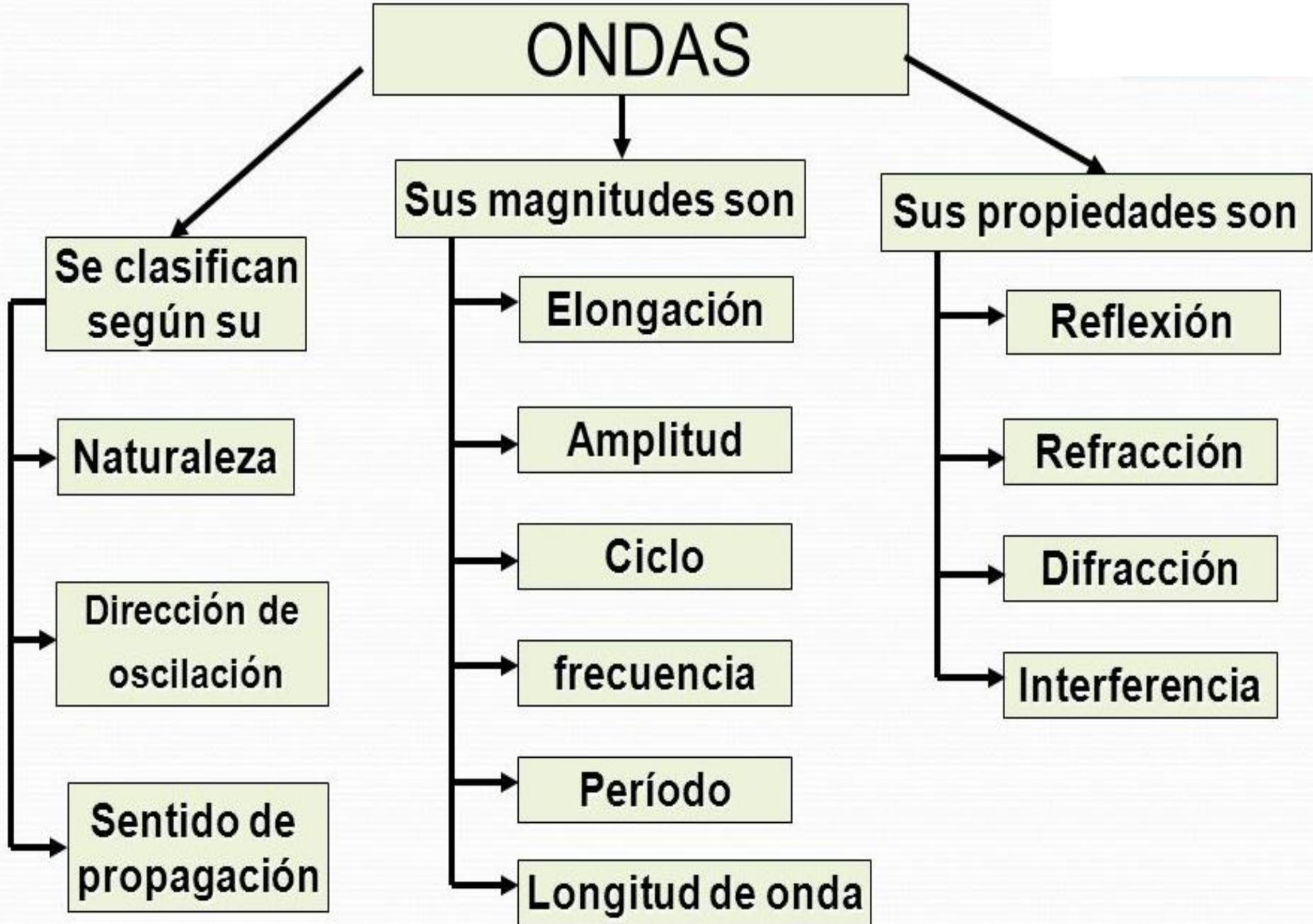
3- Un fenómeno de propagación pero donde **NO HAY TRANSPORTE** de materia.

La onda mecánica requieren de:

- 1- Una **FUENTE** que origina la perturbación que se propaga.
- 2- Un **MEDIO MATERIAL** que pueda perturbarse (deformarse).
- 3- Una **CONEXIÓN FÍSICA** a través de la cual partes adyacentes del medio puedan afectarse entre sí y permitir que la perturbación se propague.



# ONDAS



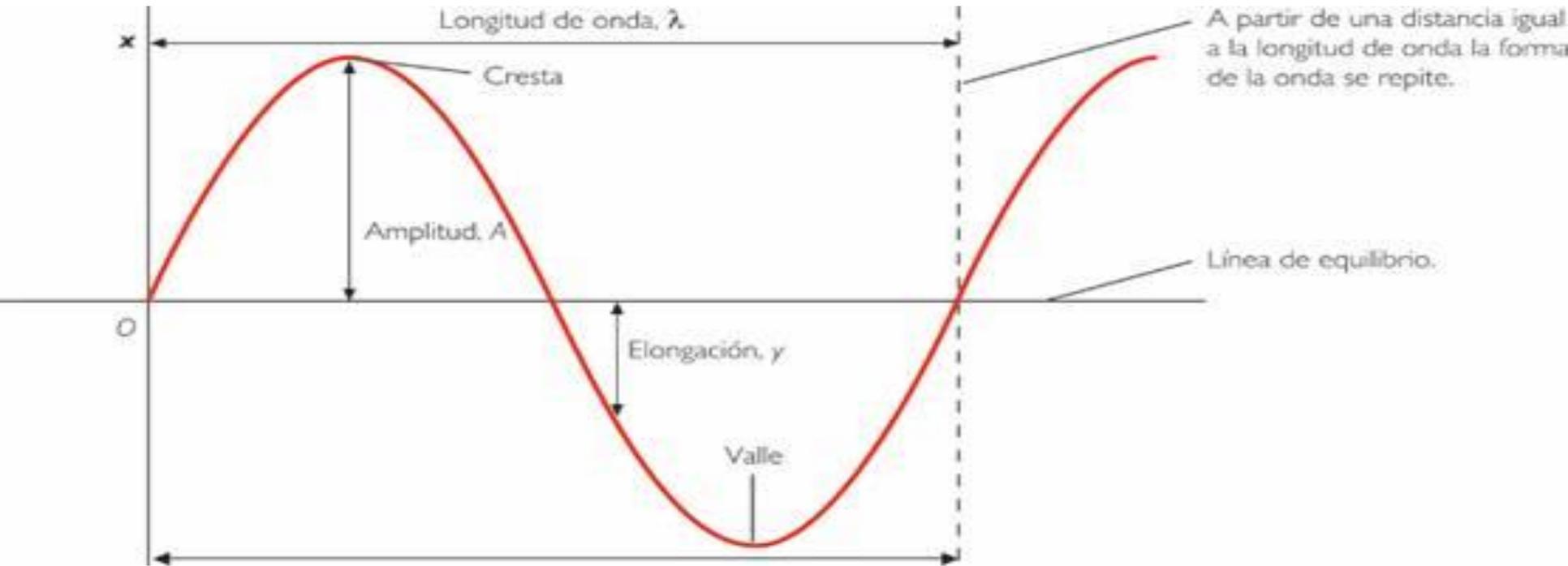




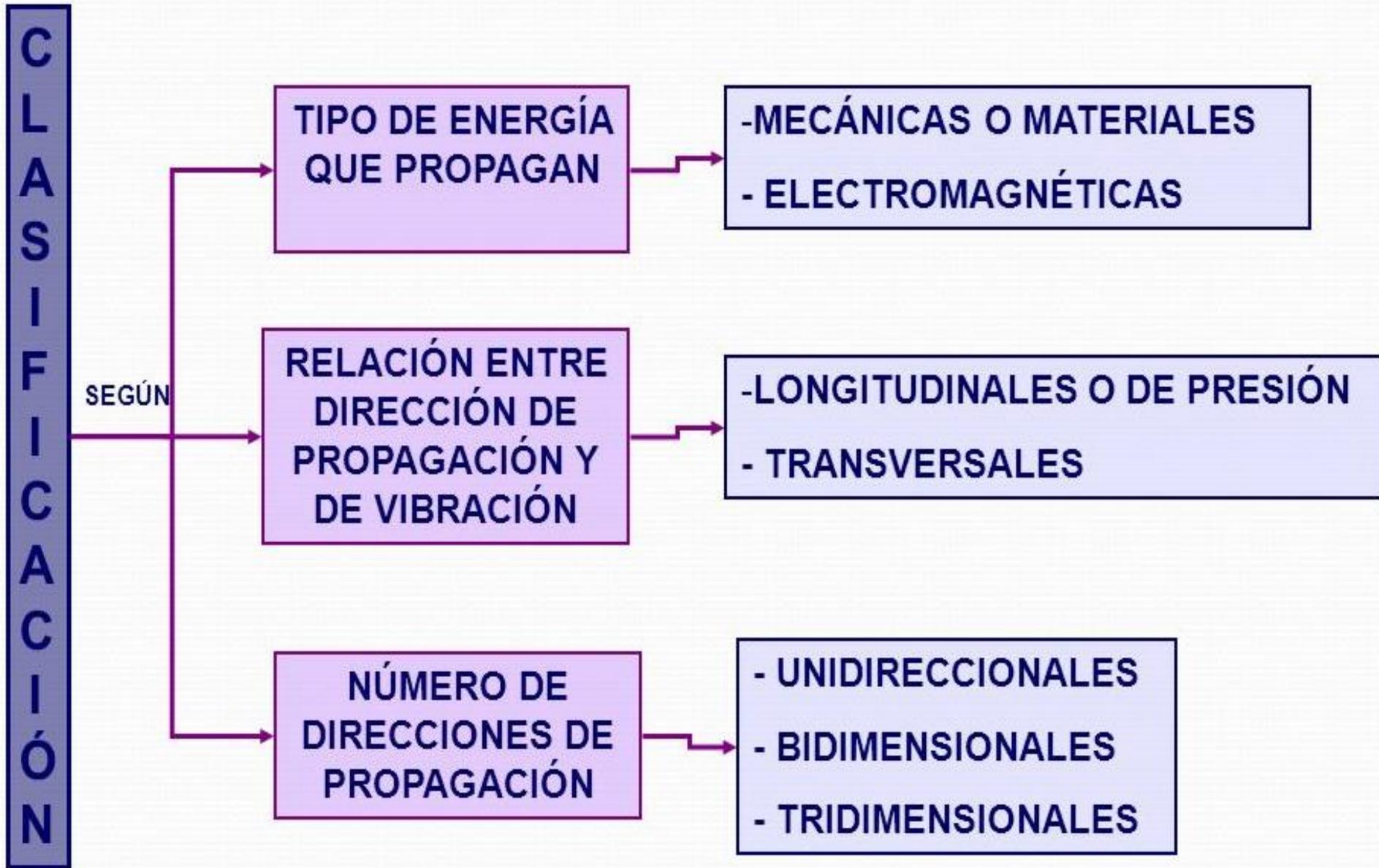
**Valle:** punto más bajo de la onda.

**Cresta:** punto más alto de la onda.

**Amplitud:** altura de la cresta o del valle.



# Clasificación de las ondas



Las ondas se clasifican atendiendo a diferentes aspectos:

- En función del **medio** en que se propagan.
- En función de su **propagación** o frente de onda.
- En función de la **dirección** de la propagación de la perturbación.
- En función de su **periodicidad**.

**En función del medio en que se propagan**

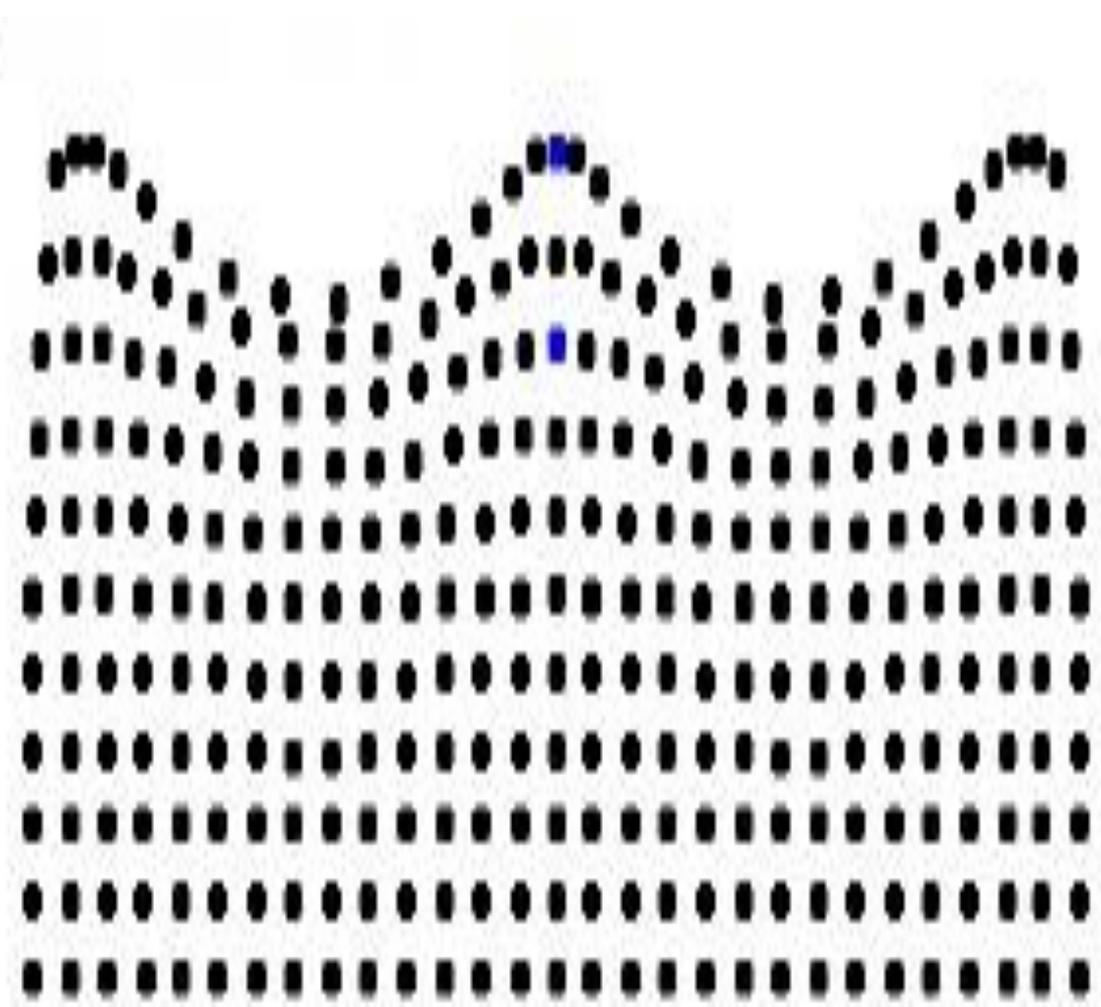
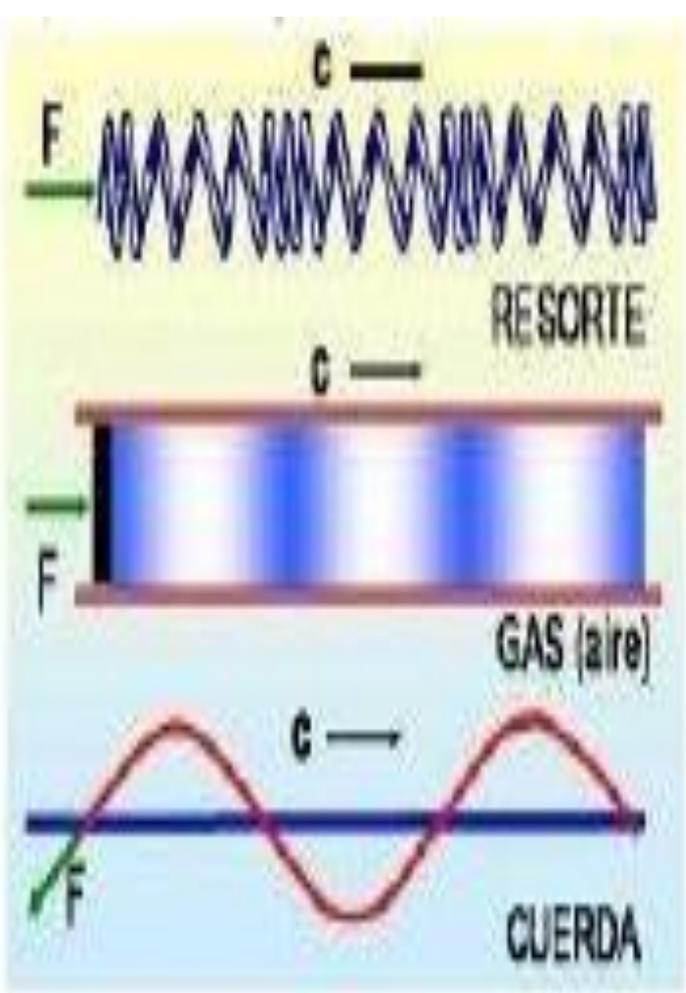
# Ondas Mecánicas

Son aquellas que necesitan un *medio elástico* (sólido, líquido o gaseoso) para propagarse.

Las partículas del medio oscilan alrededor de un punto fijo, por lo que no existe transporte neto de materia a través del medio.

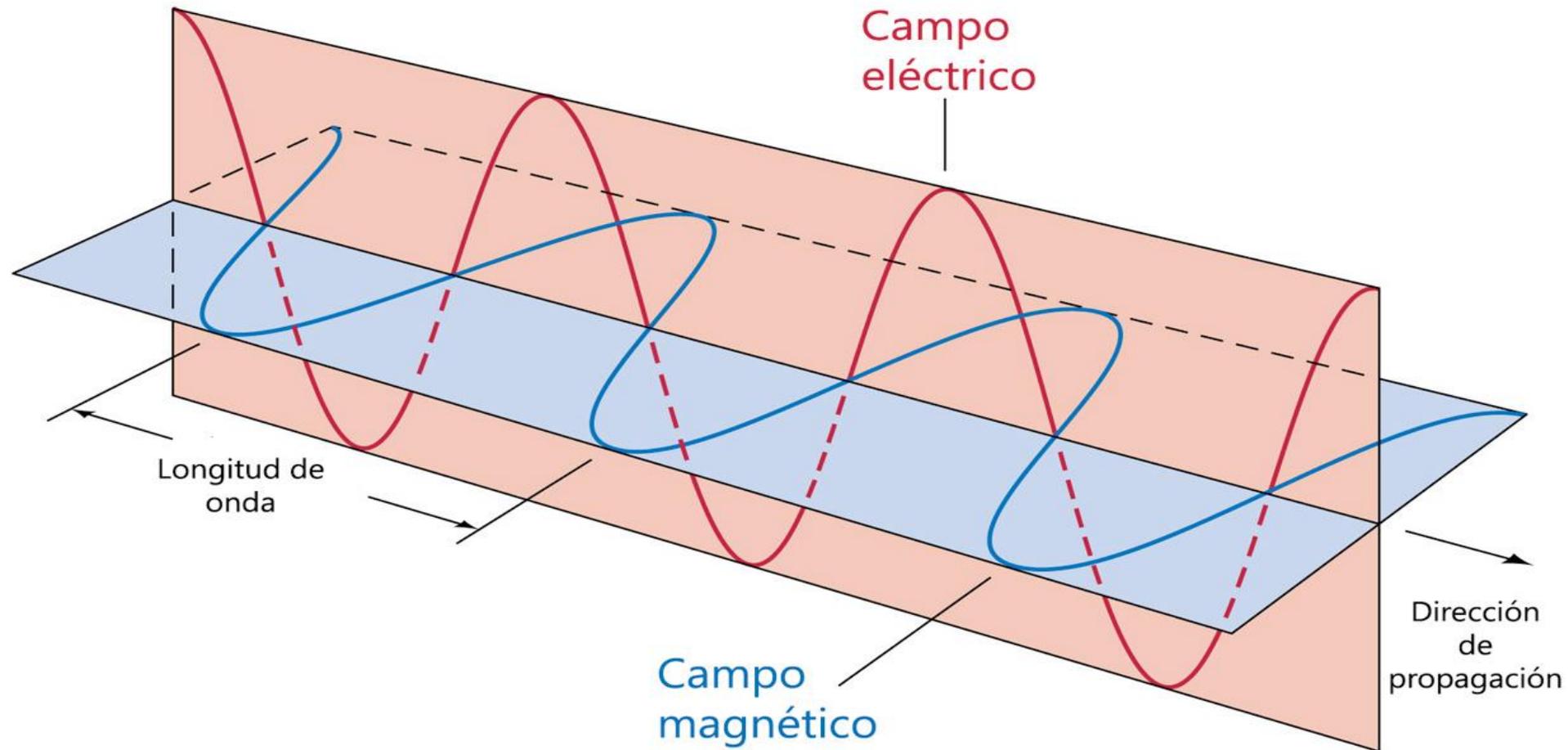
## Ejemplos

Ondas en cuerdas vibrantes, ondas sonoras, ondas en membranas elásticas, ondas sísmicas, etc.



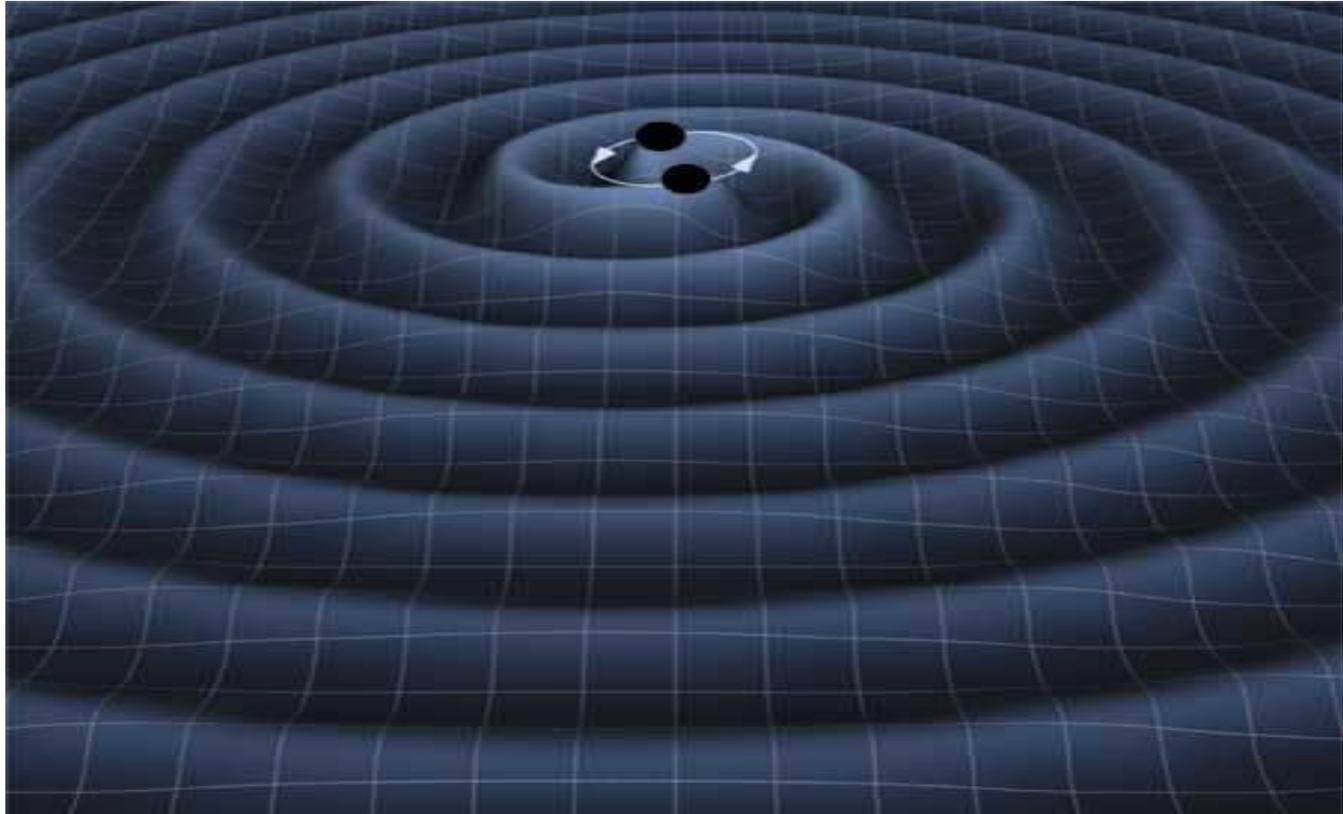
# Ondas electromagnéticas

Son aquellas que se propagan por el espacio sin necesidad de un medio material, pudiendo, por tanto, propagarse en el vacío.



# Ondas gravitacionales

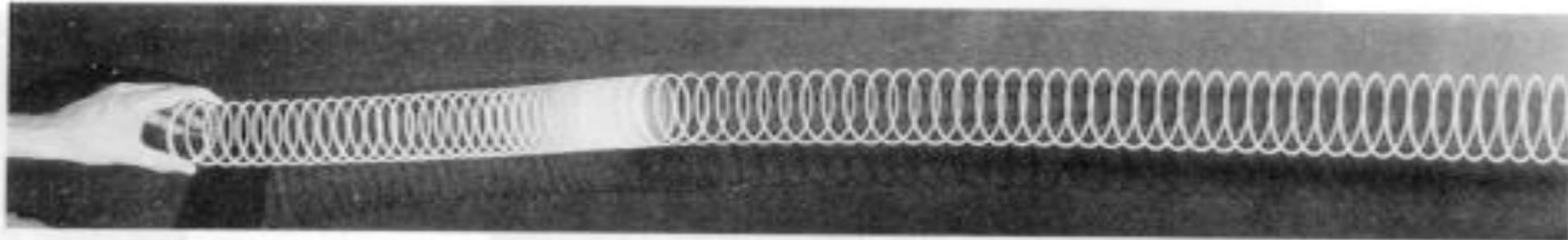
Son perturbaciones que alteran la geometría misma del espacio-tiempo. Es común representarlas viajando en el vacío, pero técnicamente no podemos afirmar que se desplacen por ningún espacio sino que en si mismas son alteraciones del espacio-tiempo.



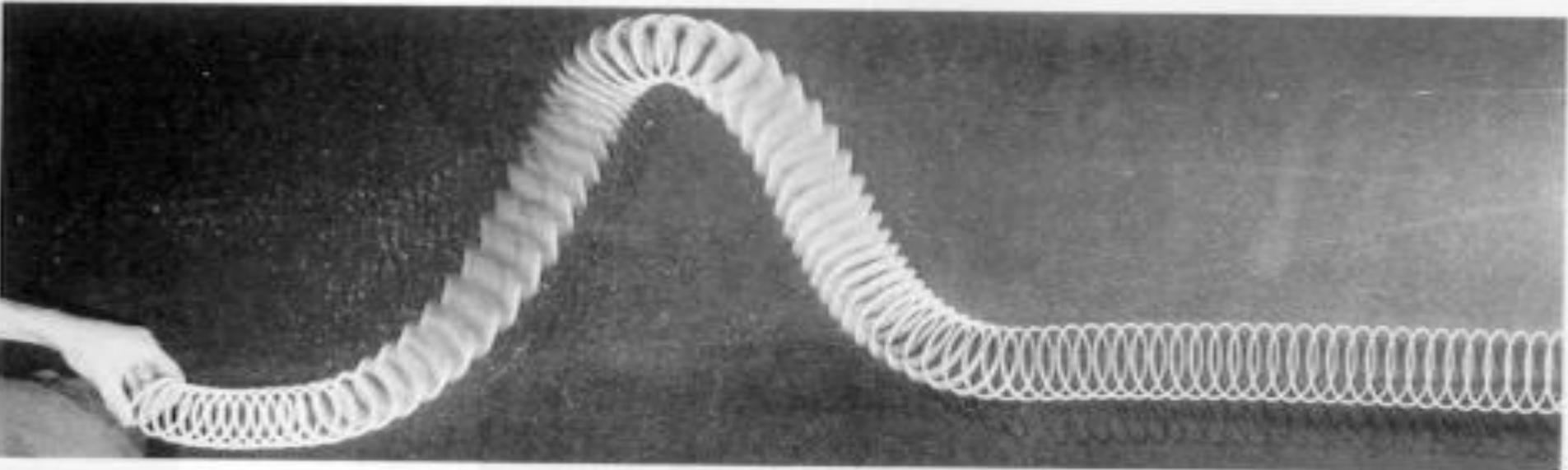
**En función de su propagación**

# Ondas unidimensionales

Son aquellas que se propagan a lo largo de una sola dirección del espacio, como las ondas en las cuerdas vibrantes.



(a)



# Ondas bidimensionales o superficiales

Son ondas que se propagan en dos direcciones. Pueden propagarse, en cualquiera de las direcciones de una superficie, por ello, se denominan también ondas superficiales.

## Ejemplo

Ondas en una superficie líquida en reposo. Ondas en membranas elásticas.



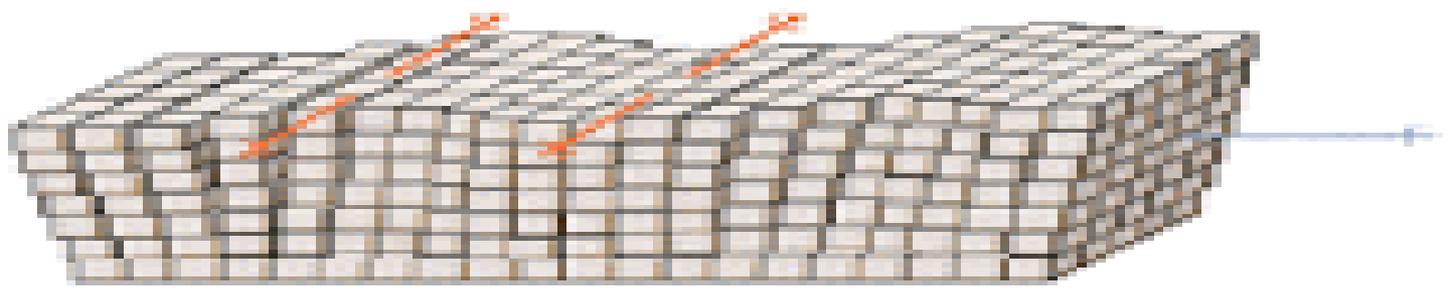
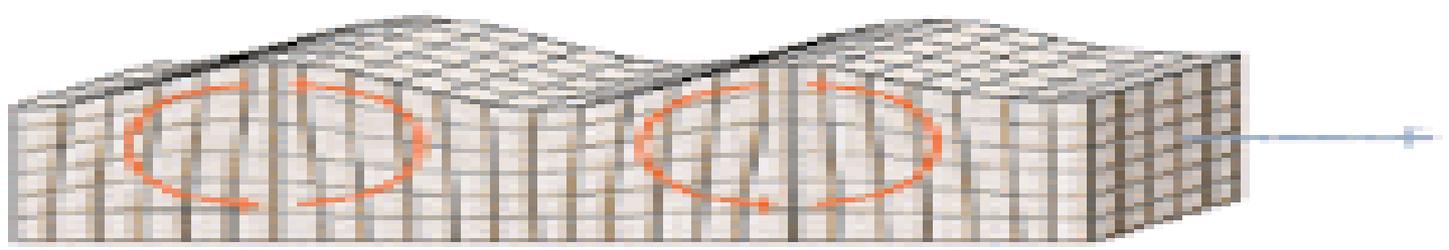
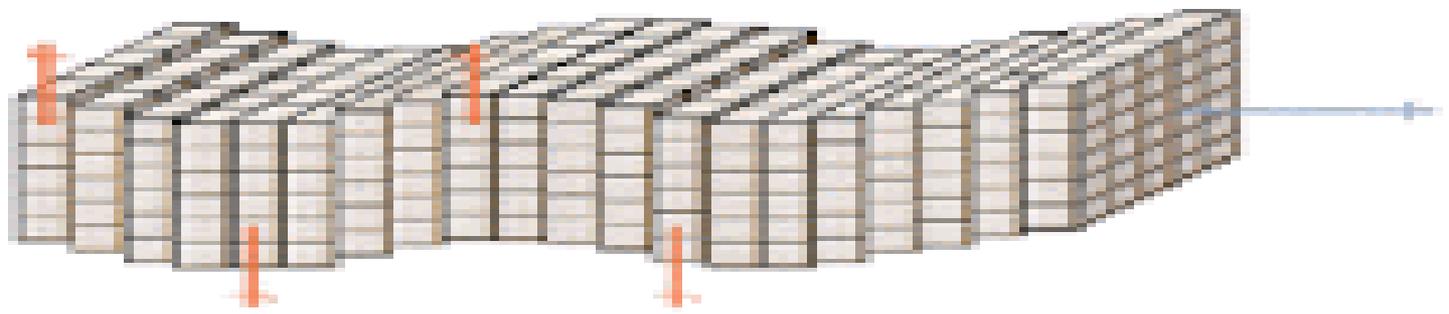
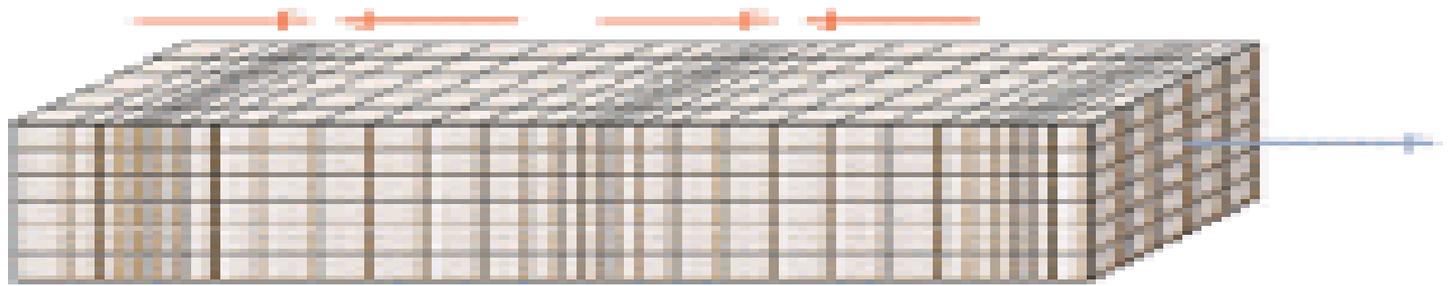
# Ondas tridimensionales o esféricas

Son ondas que se propagan en tres direcciones.

Las ondas tridimensionales se conocen también como ondas esféricas, porque sus frentes de onda son esferas concéntricas que salen de la fuente de perturbación expandiéndose en todas direcciones.

## Ejemplos

Ondas sonoras, electromagnéticas, sísmicas.



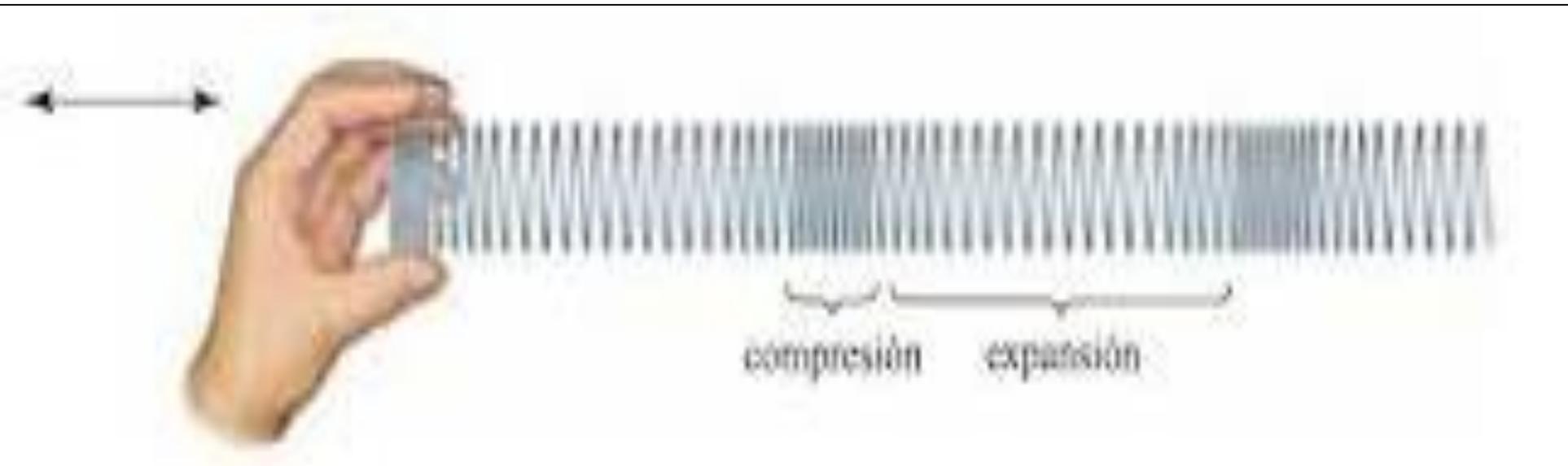
 Movimiento de las partículas

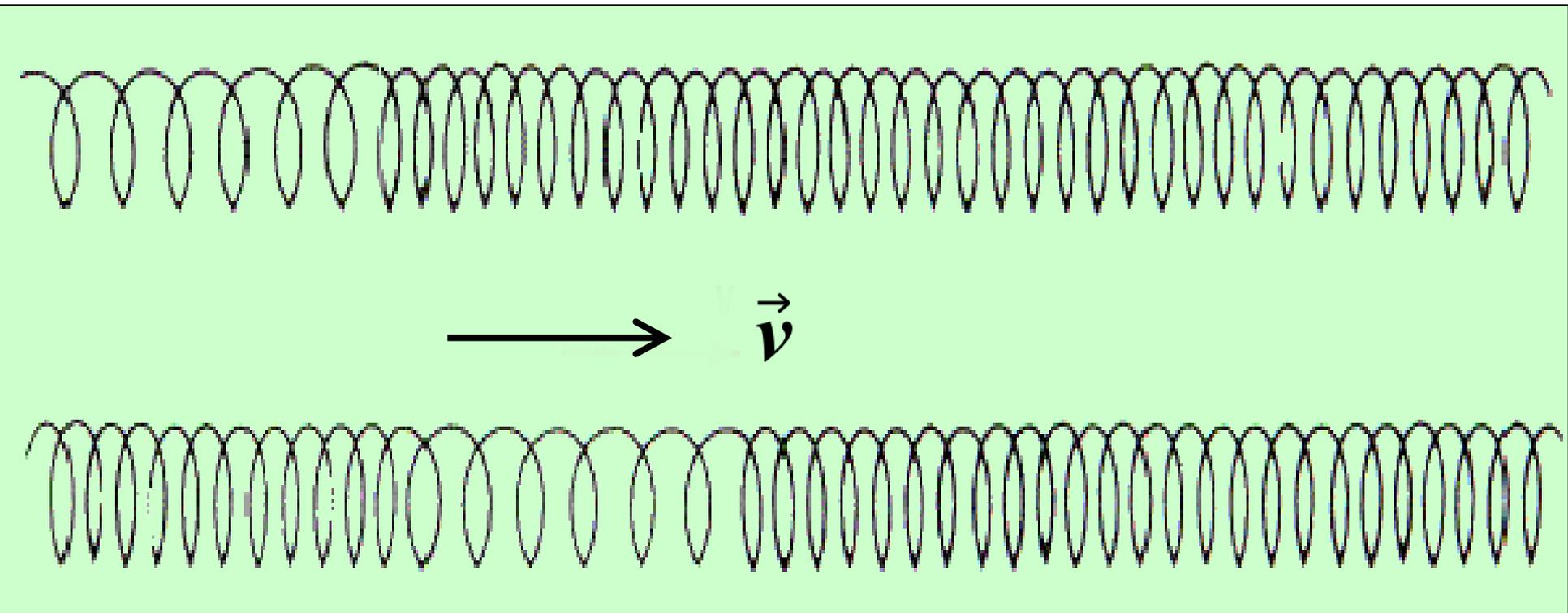
 Propagación de las ondas

**En función de su dirección de propagación de la perturbación.**

# Ondas longitudinales

Son aquellas que se caracterizan porque las partículas del medio se mueven (o vibran) paralelamente a la dirección de propagación de la onda.





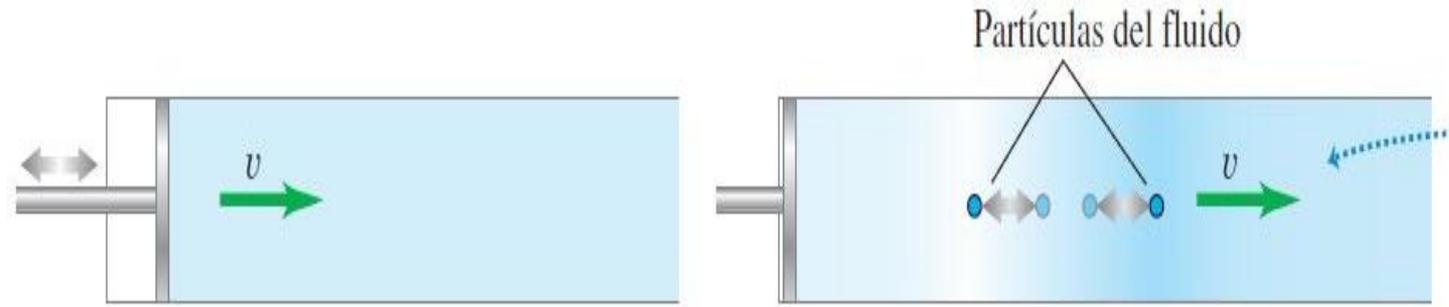
Movimiento de  
las partículas  
del medio  
material



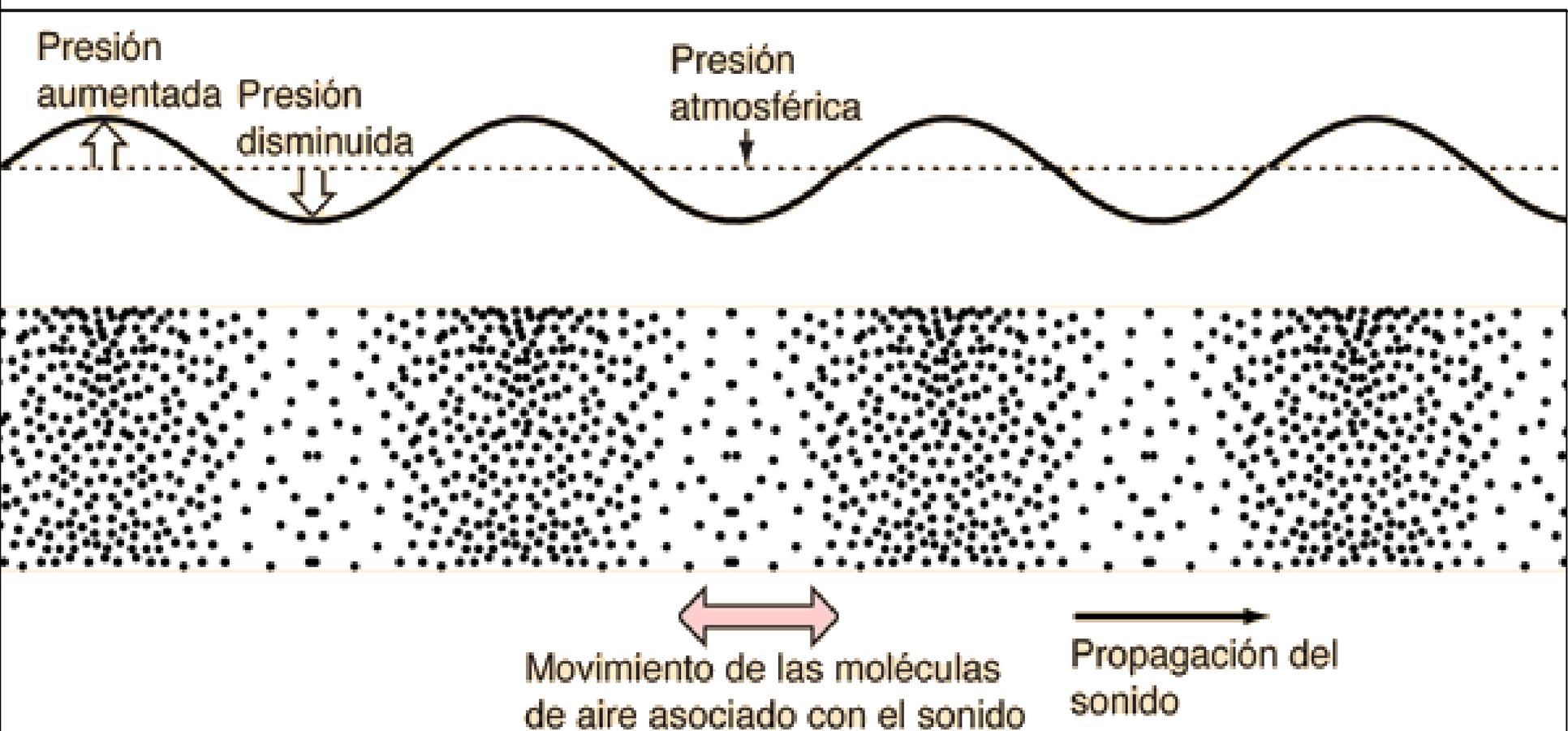
Dirección de  
propagación  
de la onda



## b) Ondas longitudinales en un fluido

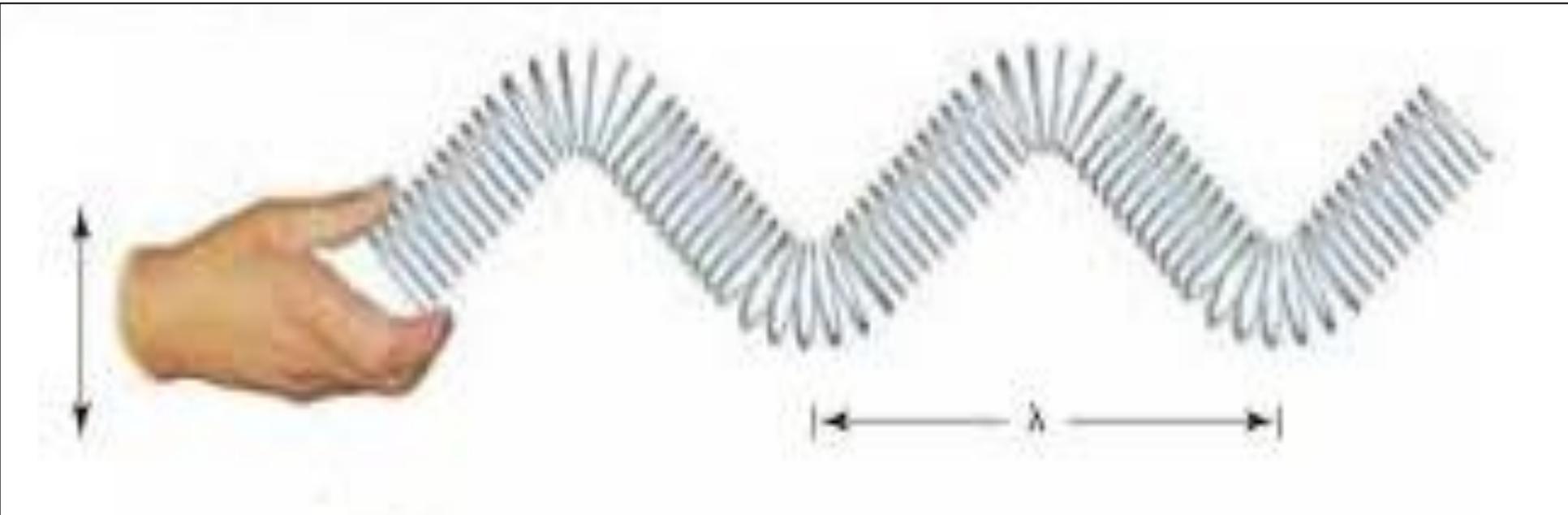


Conforme pasa la onda, cada partícula de la cuerda se mueve horizontal y paralelamente al movimiento de la onda misma.

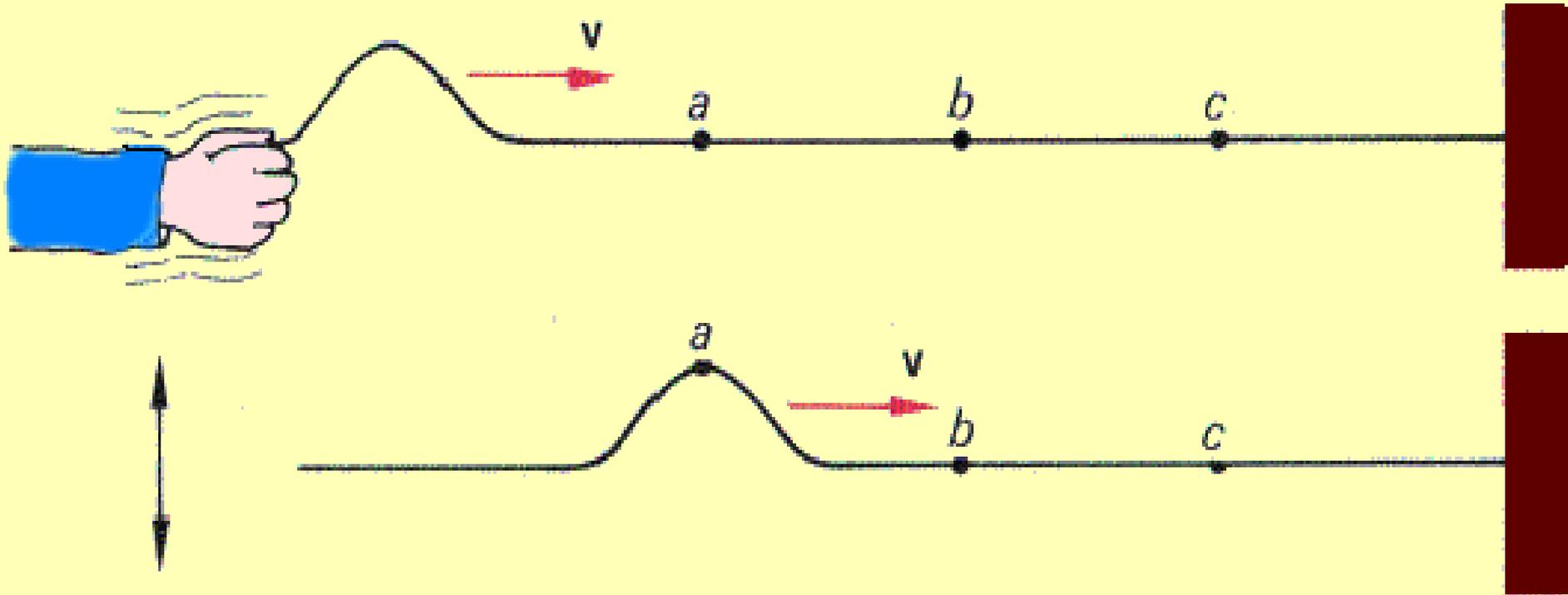


# Ondas transversales

Son aquellas que se caracterizan porque las partículas del medio vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda.



**Onda transversal:** la vibración de las partículas individuales del medio es perpendicular a la dirección de propagación de la onda.



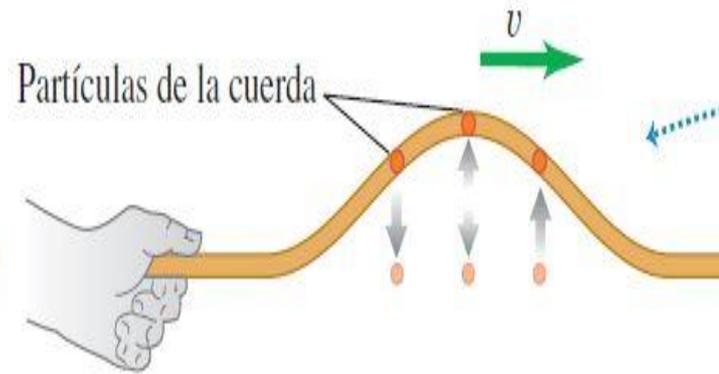
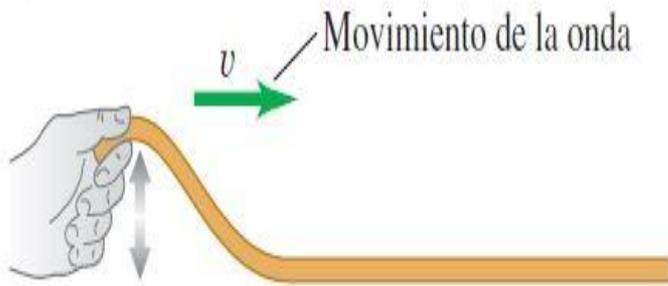
Movimiento de las  
partículas del  
medio material



Dirección de  
propagación  
de la onda



a) Ondas transversales en una cuerda



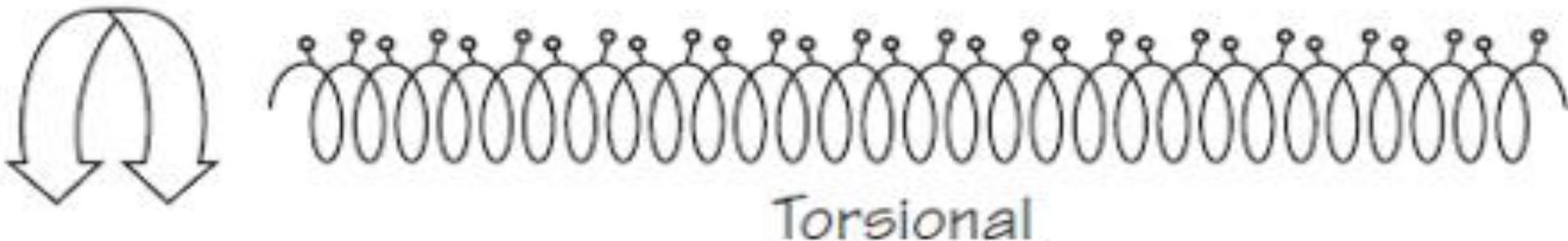
Conforme pasa la onda, cada partícula de la cuerda se mueve vertical y *transversalmente* al movimiento de la onda misma.

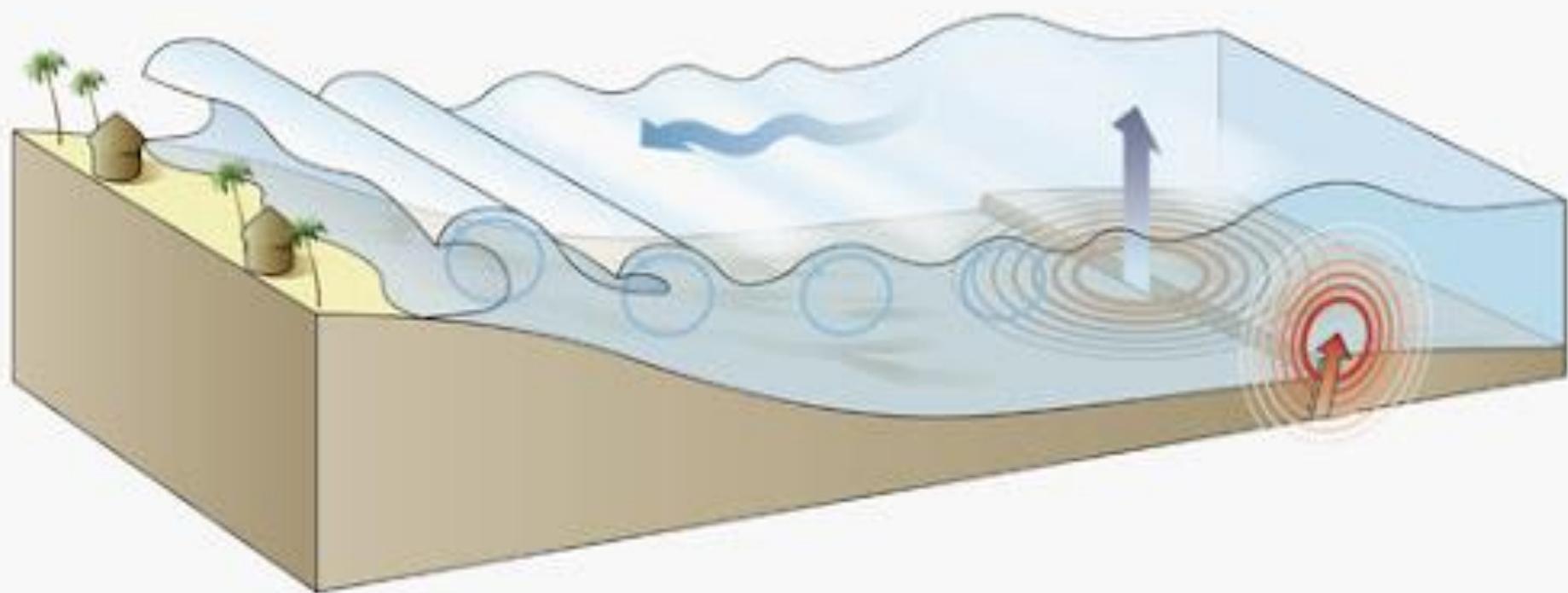
Algunas ondas no son ni transversales ni longitudinales como las ondas en la superficie del agua. Éstas tienen componentes longitudinal y transversal.

c) Ondas en la superficie de un líquido



Ondas torsionales.



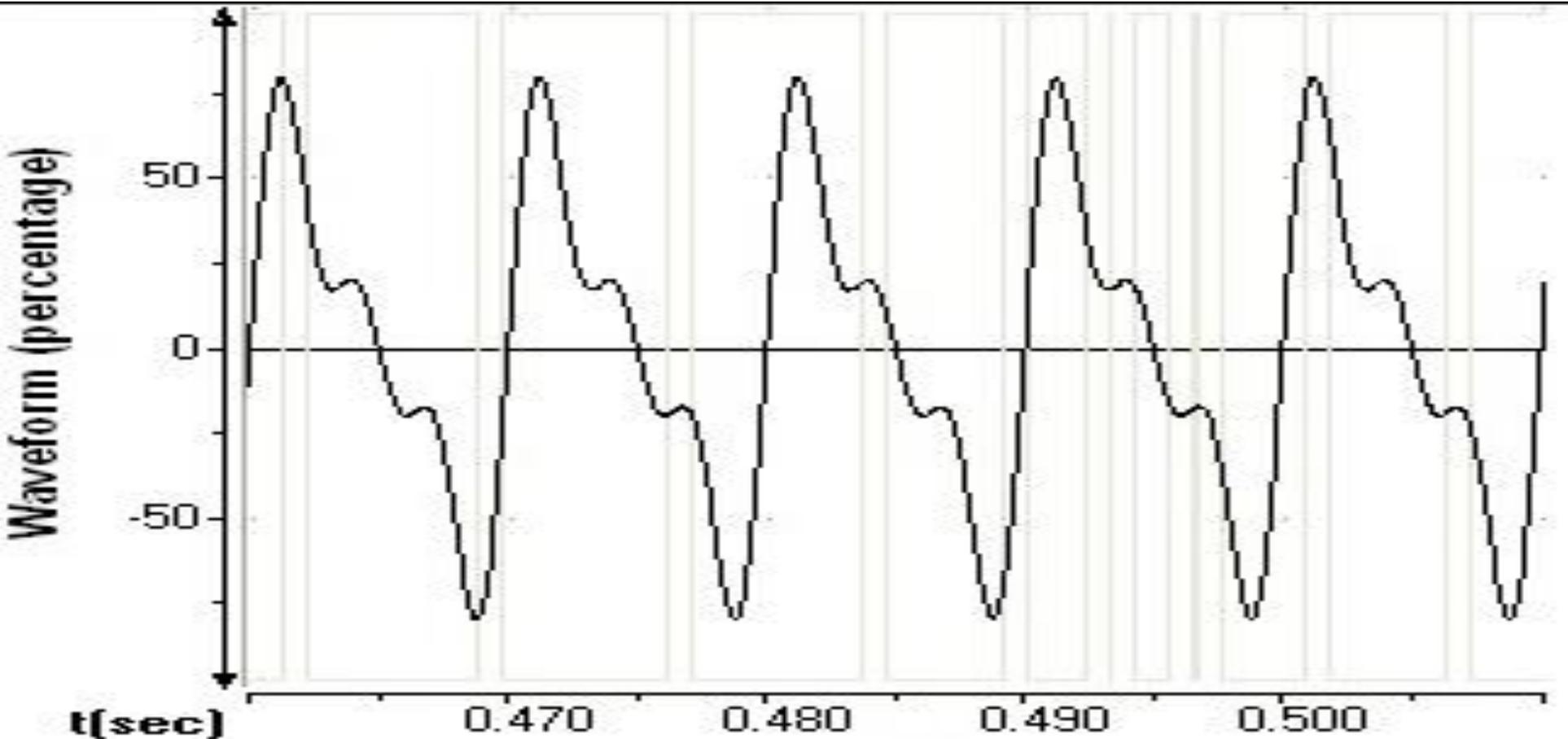


**En función de su periodicidad**

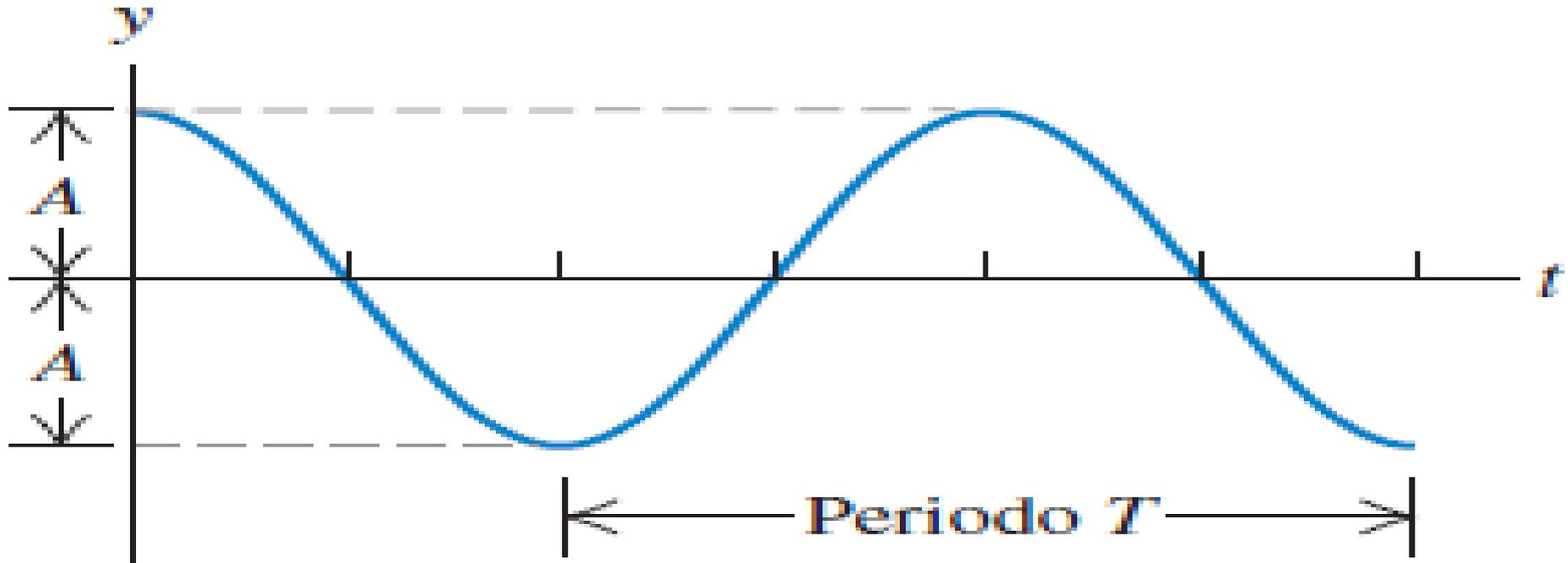
# Ondas periódicas

La perturbación local que las origina se repite a intervalos constantes llamado período,  $T$ .

Por ejemplo, una onda senoidal.



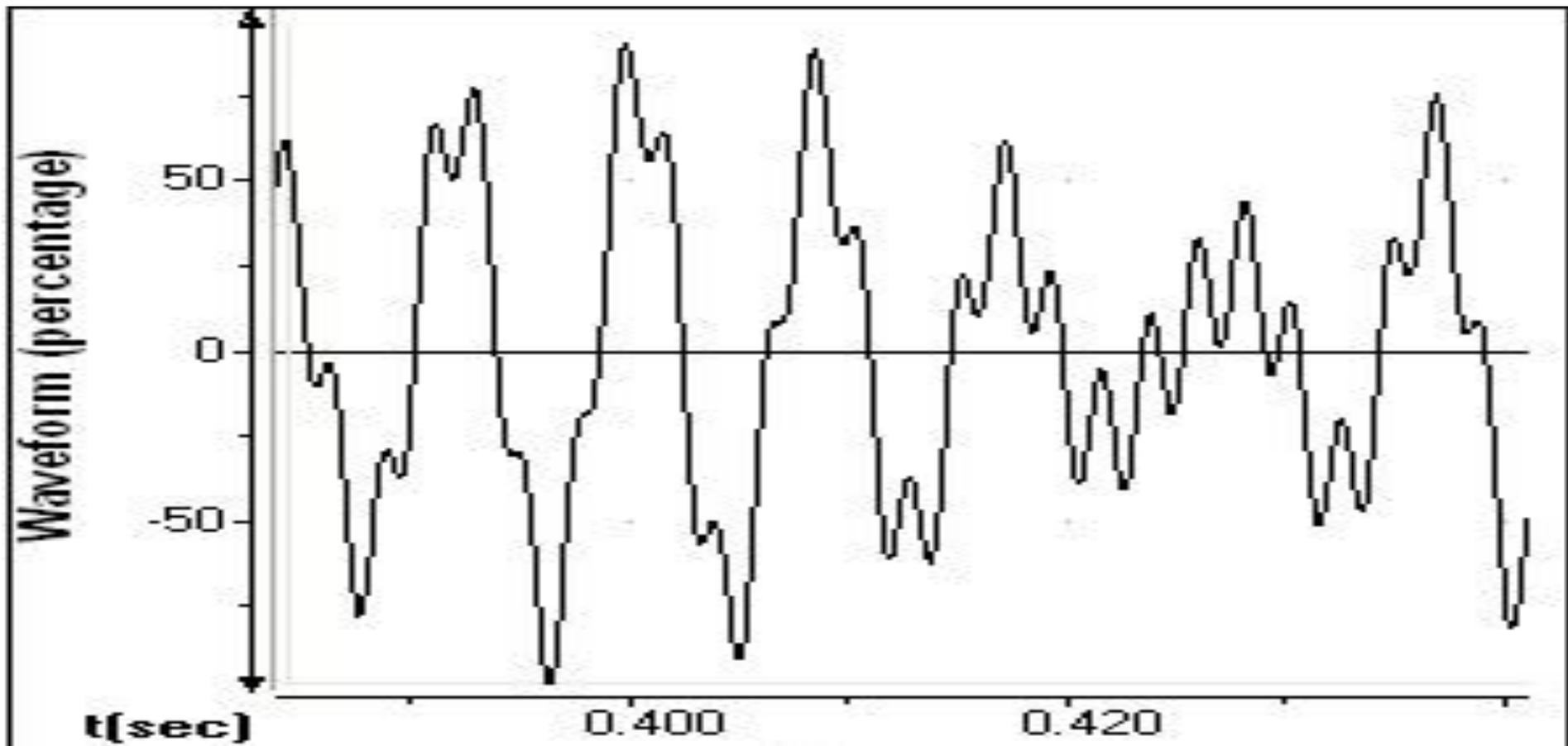
**Período:**  $T$  [s], es el tiempo que tarda en repetirse un mismo estado de perturbación.



# Ondas no periódicas

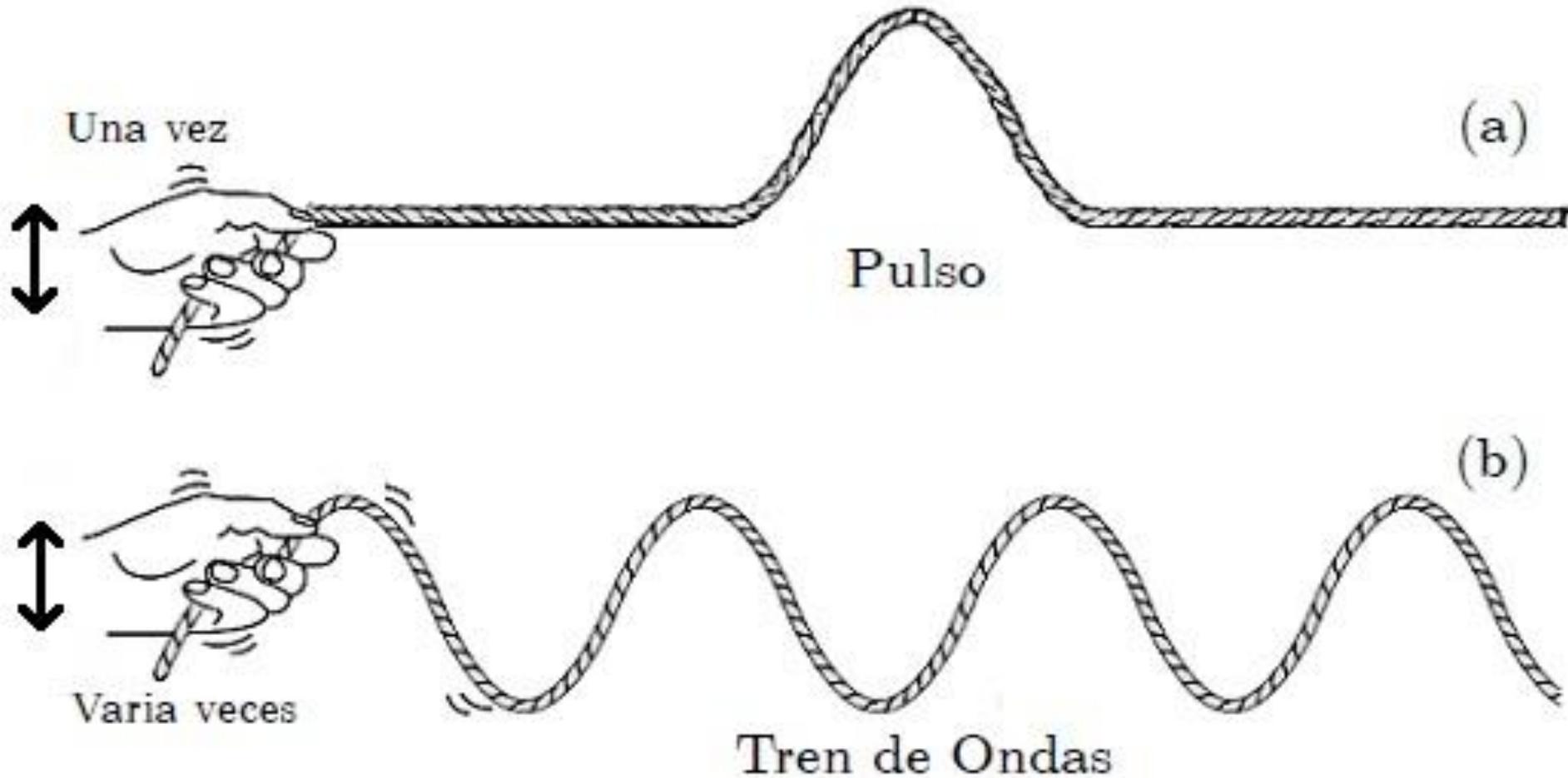
La perturbación que las origina se da aisladamente o, en el caso de que se repita, las perturbaciones sucesivas tienen características diferentes.

Las ondas aisladas también se denominan **pulsos**.



# Ondas no periódicas

Las ondas aisladas también se denominan **pulsos**.



# **Descripción de ondas mecánicas unidimensionales**

# Ondas viajeras unidimensionales

Una onda viajera se puede representar como una función:

$$y = f(x, t)$$

Si la forma de la onda no cambia con el tiempo, podemos representar el desplazamiento vertical  $y$ , de la onda, para todos los tiempos ulteriores como:

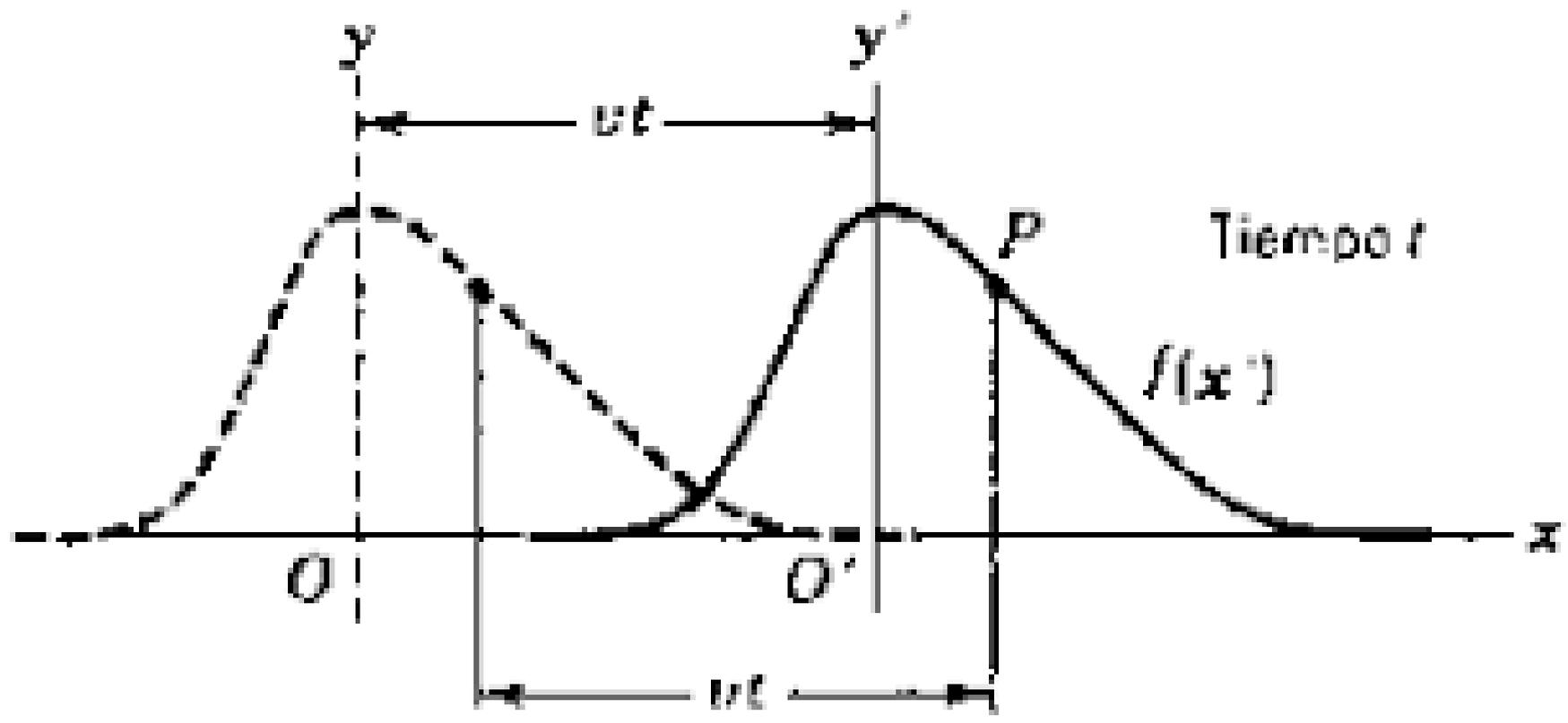
$$y = f(x - v t) \quad \text{Onda desplazándose a la derecha.}$$

$$y = f(x + v t) \quad \text{Onda desplazándose a la izquierda.}$$

$y(x, t)$  se le llama *función de onda*.

$v$  es la velocidad de desplazamiento de la onda.

$y(x,t)$  se le llama *función de onda*.

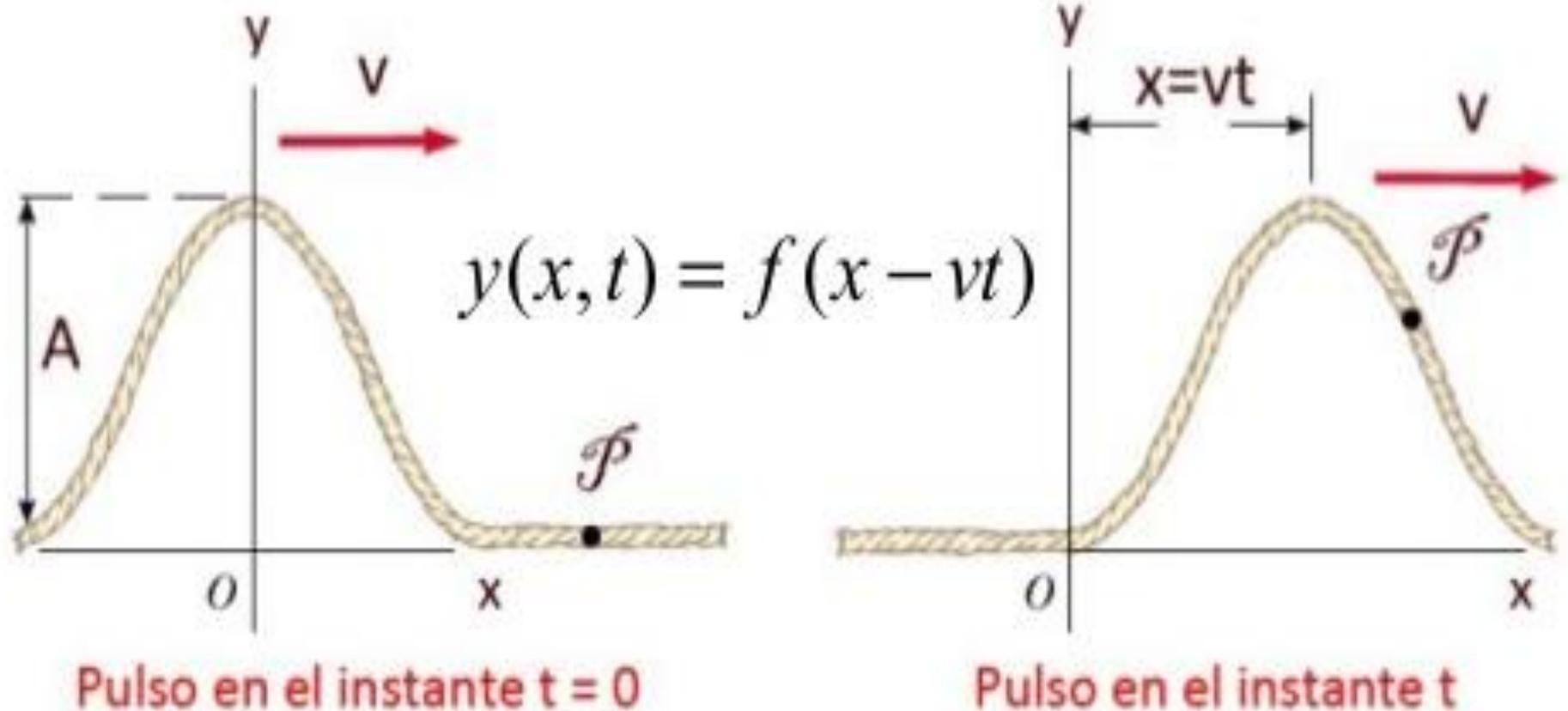


(b)

El pulso se propaga con una velocidad constante,  $v$ , en un medio uniforme.

La amplitud del pulso es variable con respecto a la posición,  $x$ , y se representa como una función de  $y = f(x, t)$ .

Al cabo de cierto instante, el pulso se ha desplazado cierta distancia, por lo que su ecuación será:



Sea una **función** (que podría representar a cualquier magnitud física)

$$y = f(x)$$

Si se sustituye  $x$  por  $x-x_0$  se obtiene la función:

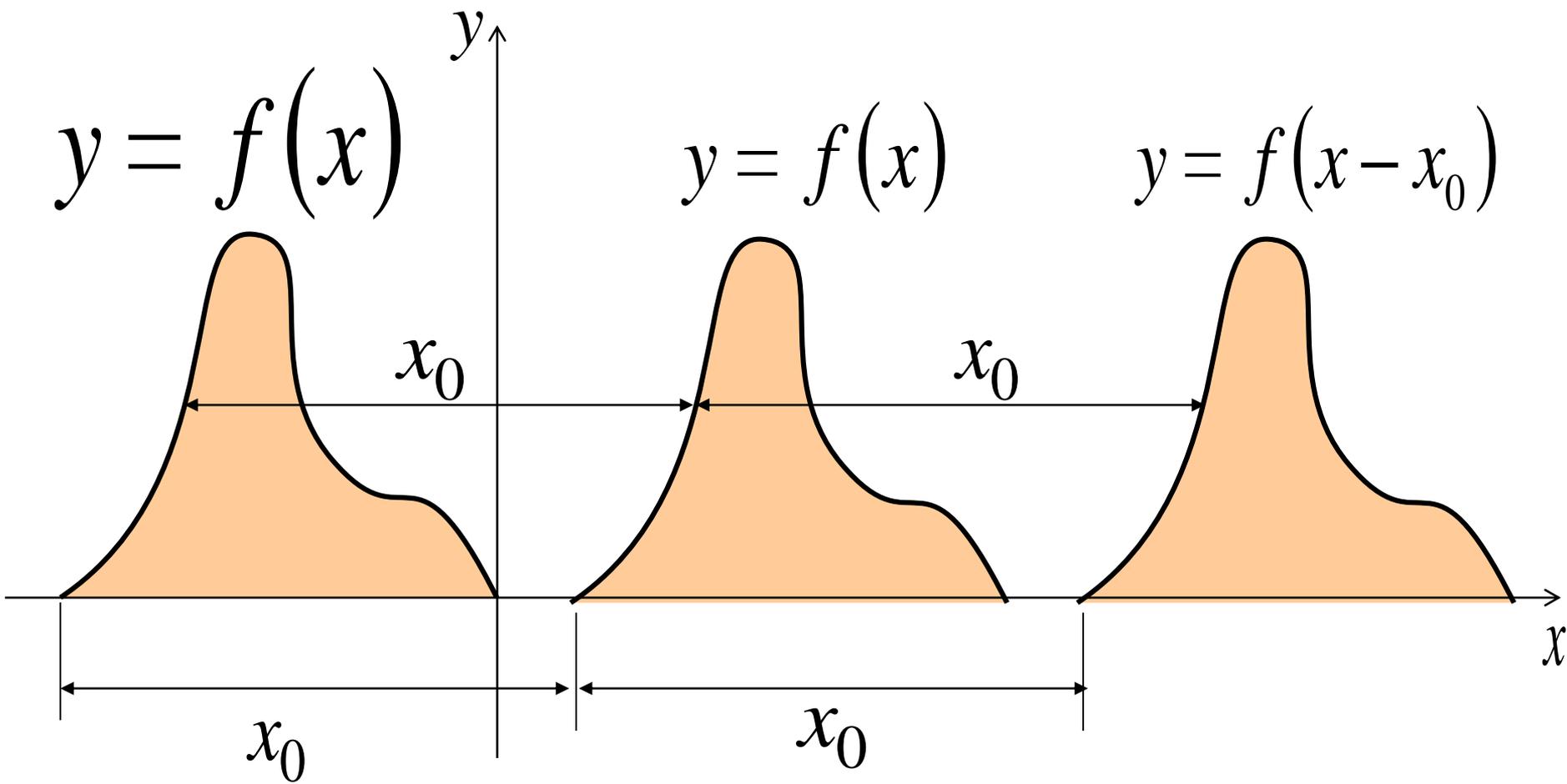
$$y = f(x - x_0)$$

que tendría la misma forma que la función original pero aparecería *desplazada hacia la derecha* una cantidad  $x_0$ .

De la misma forma la siguiente función:

$$y = f(x + x_0)$$

corresponde a la función original *desplazada hacia la izquierda* una cantidad  $x_0$ .



Si  $x_0$  varía con el tiempo, se puede expresar como:

$$x_0 = vt \implies y = f(x - vt)$$

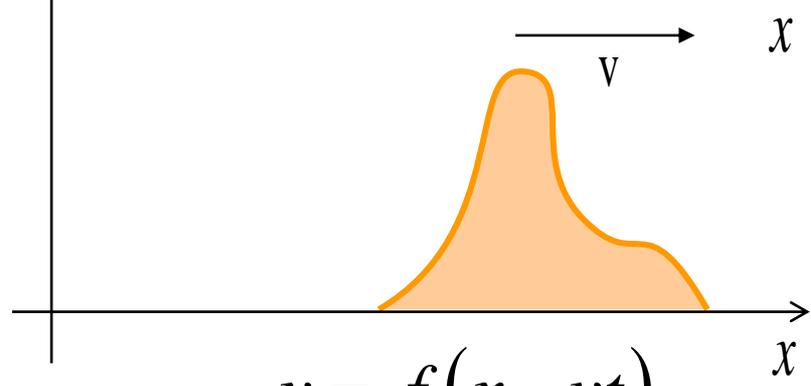
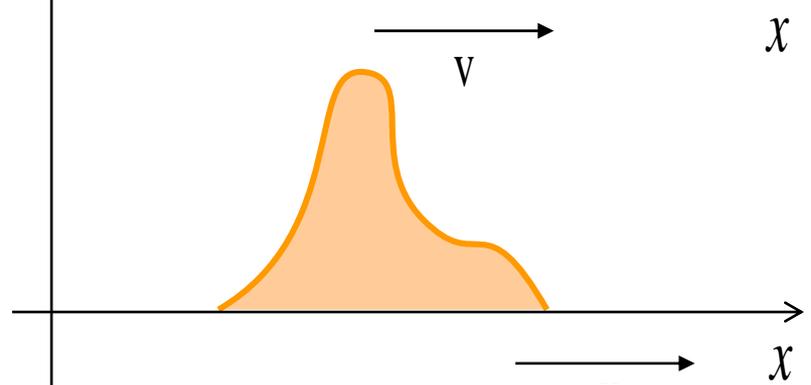
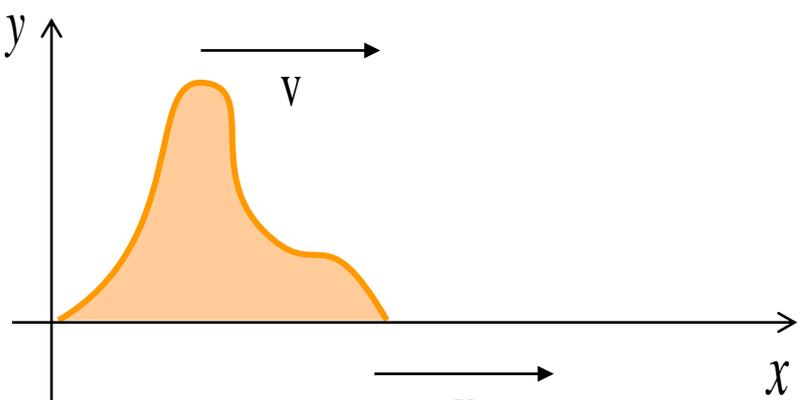
que representa físicamente una perturbación viajera que se mueve hacia la derecha con velocidad  $v$ .

Esta se denomina **velocidad de fase**.

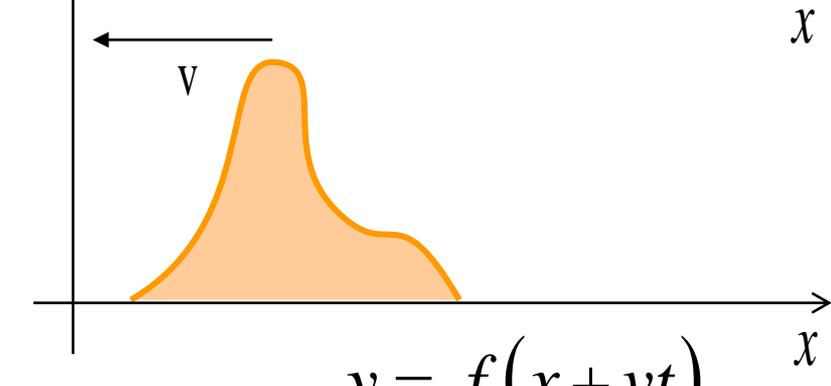
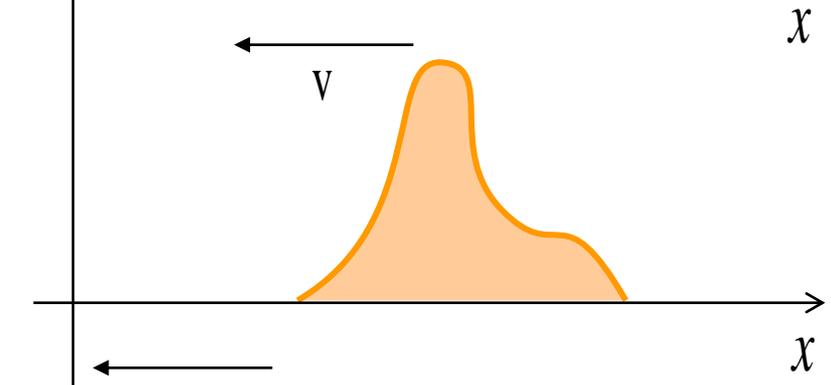
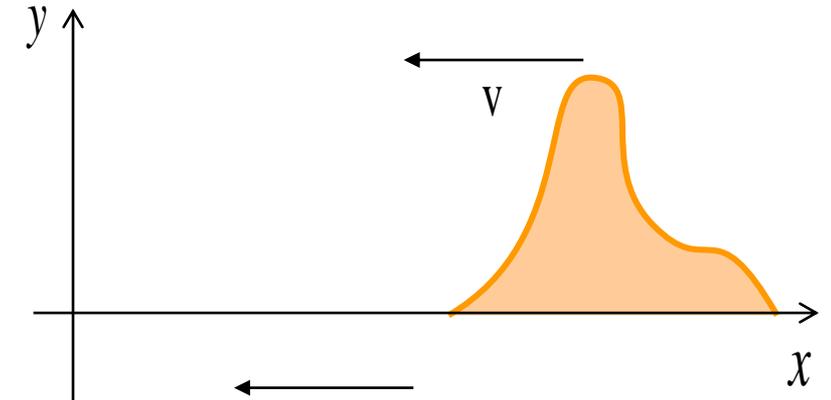
Del mismo modo:

$$y = f(x + vt)$$

representa a una perturbación viajera que se mueve hacia la izquierda con velocidad  $v$ .



$$y = f(x - vt)$$



$$y = f(x + vt)$$

# Ejemplo

Escriba la expresión para la función de onda en  $t = 0$ :

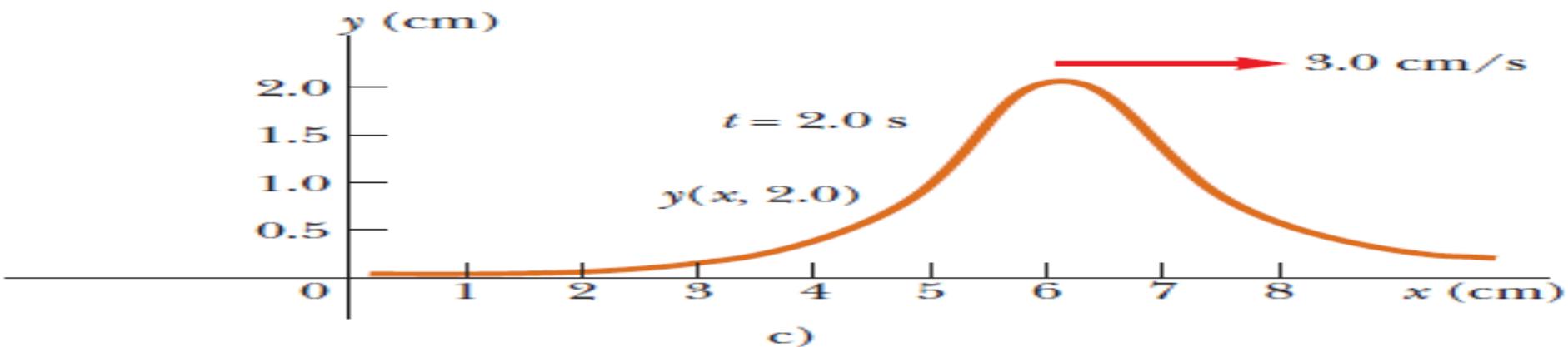
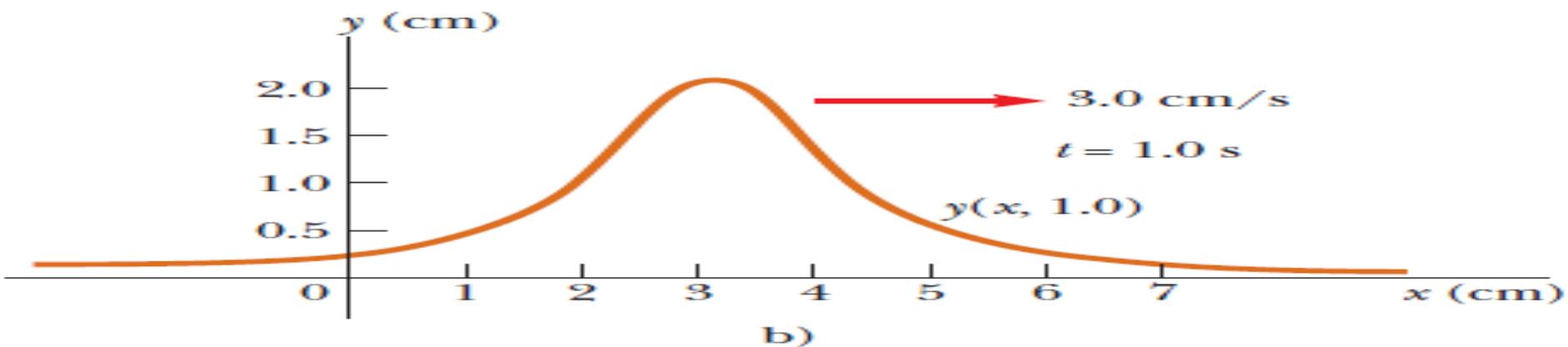
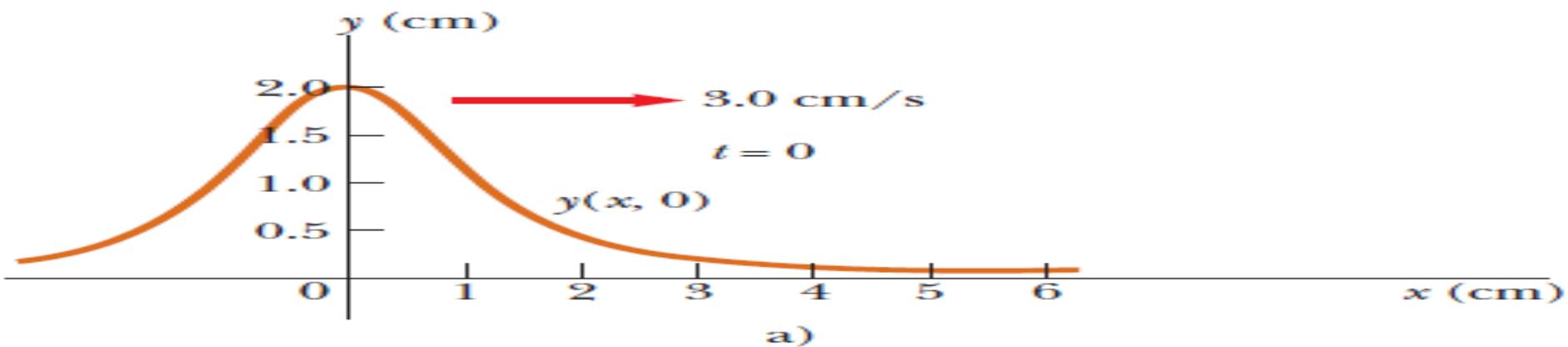
$$y(x, 0) = \frac{2}{x^2 + 1}$$

Escriba la expresión para la función de onda en  $t = 1.0$  s:

$$y(x, 1.0) = \frac{2}{(x - 3.0)^2 + 1}$$

Escriba la expresión para la función de onda en  $t = 2.0$  s:

$$y(x, 2.0) = \frac{2}{(x - 6.0)^2 + 1}$$



# Fenómenos ondulatorios

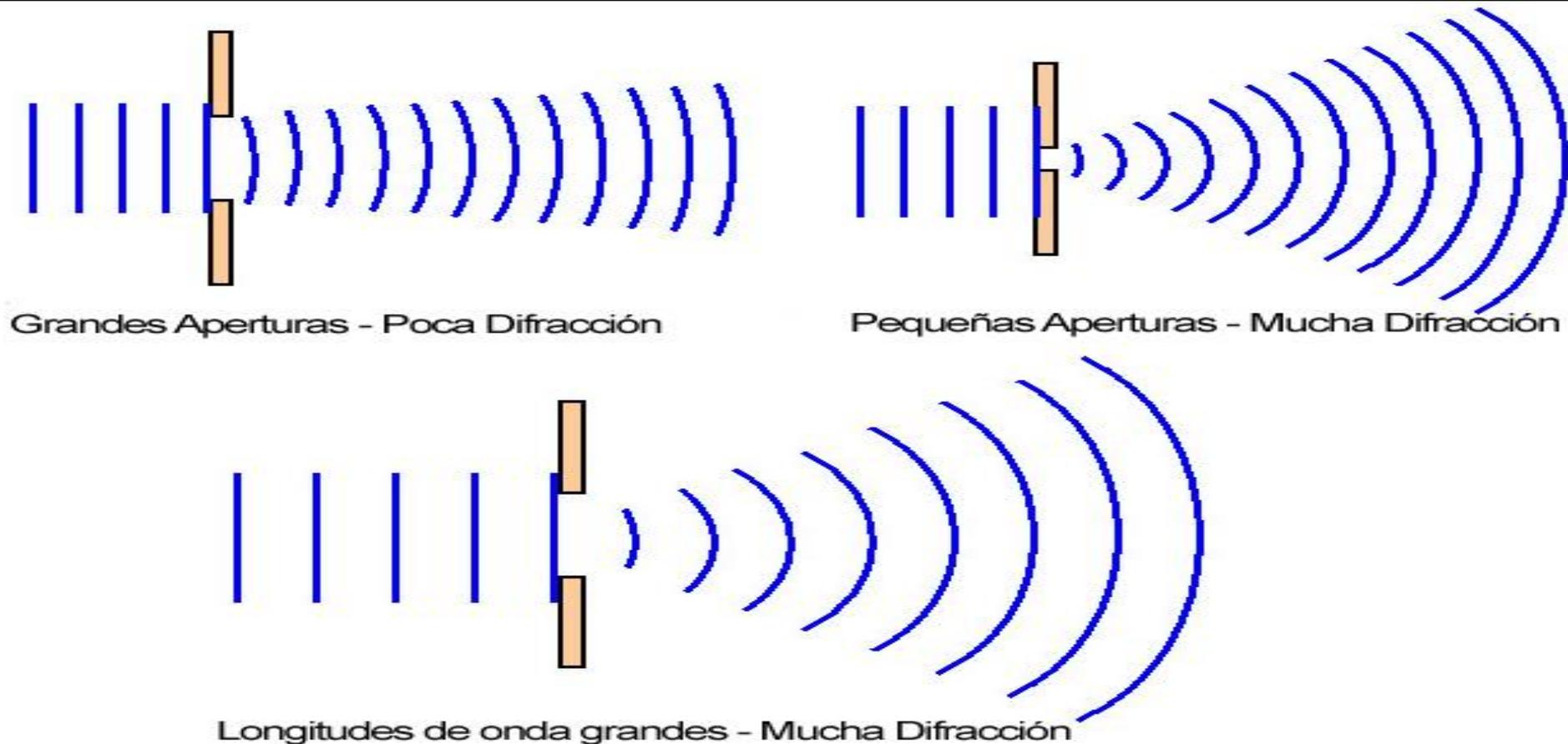
Todas las ondas tienen un comportamiento común bajo un número de situaciones estándar, a esto se les llama fenómenos ondulatorios.

Las ondas pueden experimentar los siguientes comportamientos:

- Difracción
- Efecto Doppler
- Onda de choque
- Interferencia
- Reflexión
- Refracción o Transmisión

# Difracción

Consiste en el curvado y esparcido de las ondas cuando encuentran un obstáculo o al atravesar una rendija.

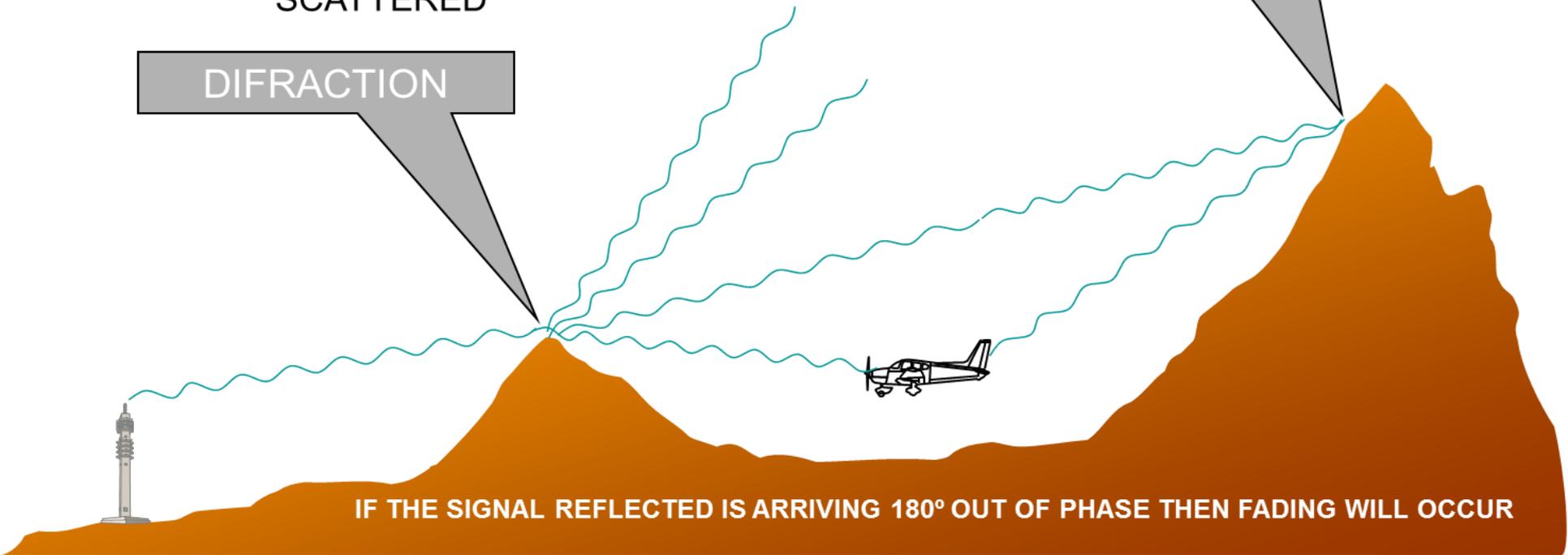


# THE RADIO WAVE MAY BOUNCE OFF A SOLID SURFACE

WHEN A RADIO WAVE PASSES A SOLID OBJECT, RADIO ENERGY IS SCATTERED

DIFRACTION

REFLECTION

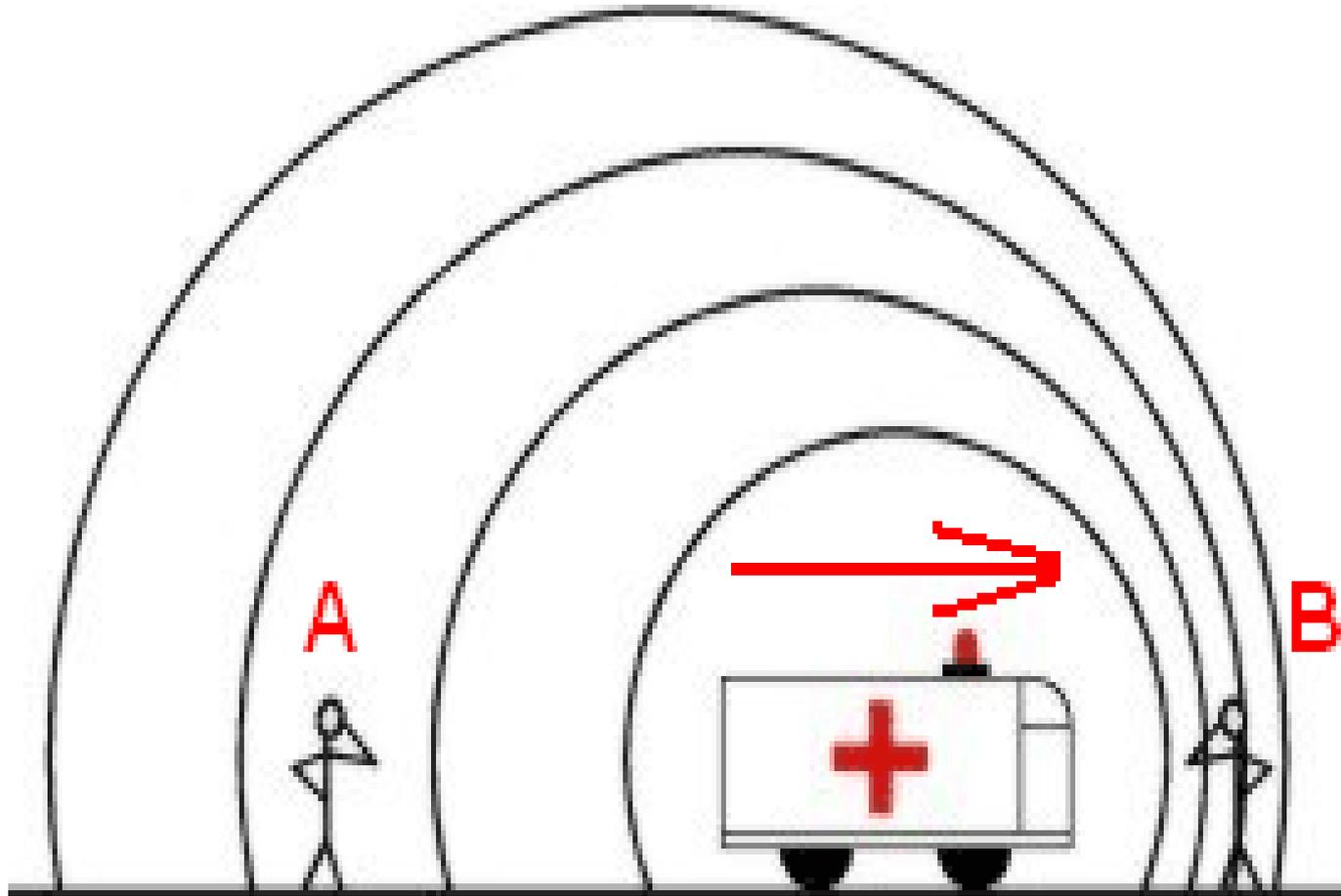


IF THE SIGNAL REFLECTED IS ARRIVING 180° OUT OF PHASE THEN FADING WILL OCCUR

# Efecto Doppler

Se produce en ondas sonoras cuando la fuente se mueve rápido en el espacio y el receptor percibe un cambio en la frecuencia de la onda que genera el sonido, pero este cambio de frecuencia percibido es solo aparente.

En el dibujo se observa que el receptor **A** percibe un sonido más grave (menor frecuencia), mientras que el receptor **B** percibe un sonido más agudo (mayor frecuencia).



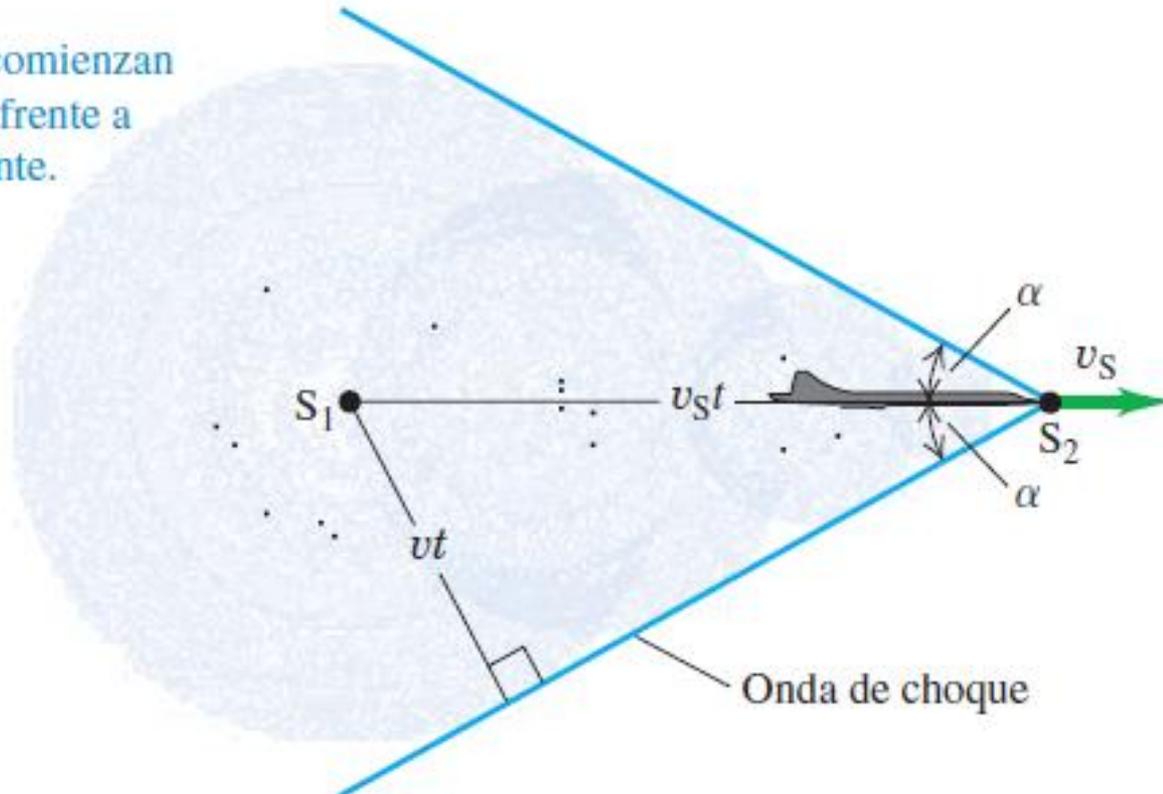
# Onda de choque

Ocurre cuando varias ondas que viajan en un medio se superponen formando un cono. El ejemplo más común de este fenómeno es el desplazamiento de los aviones.

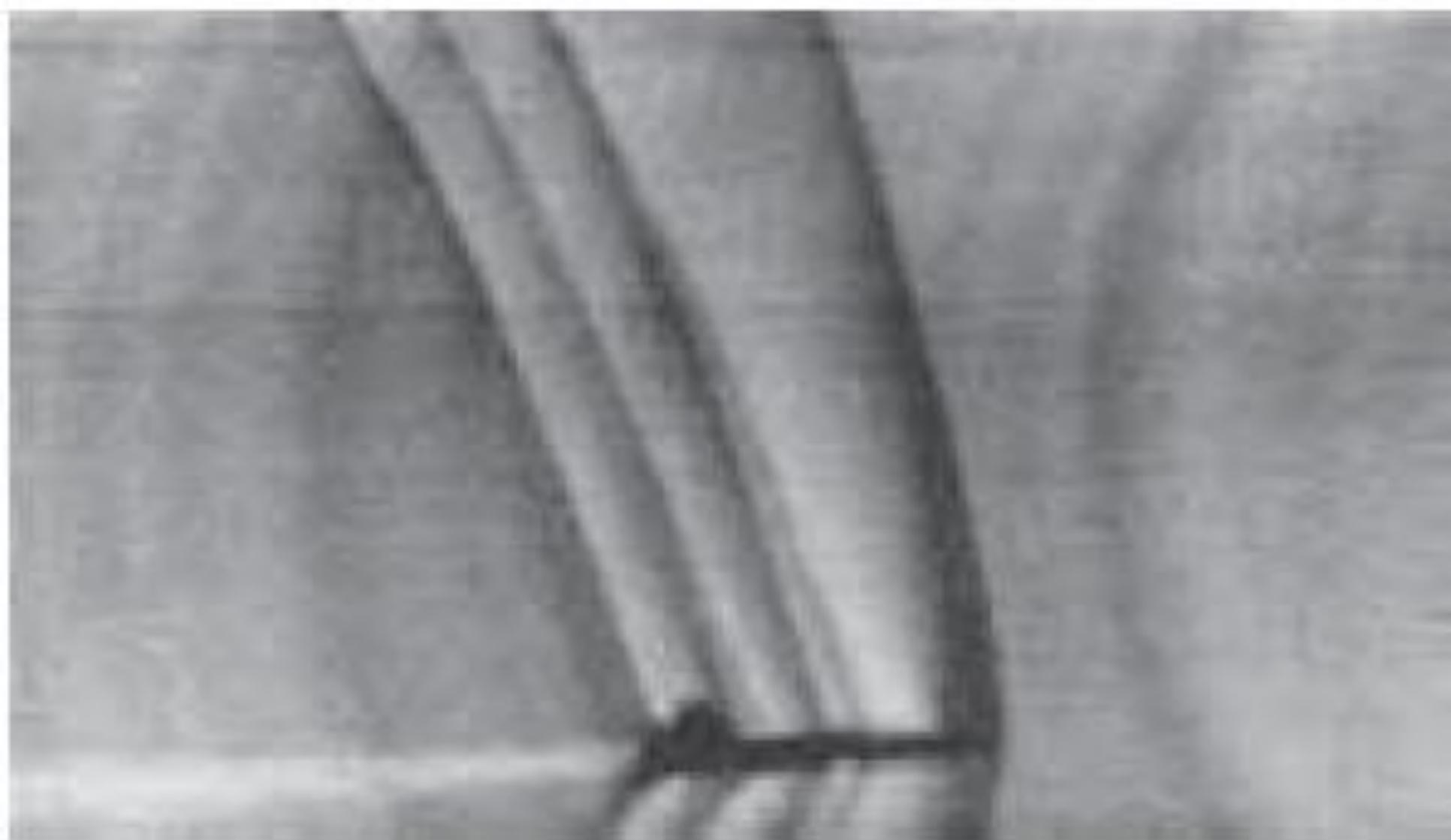
a) La fuente de sonido  $S$  (el avión) se acerca a la rapidez del sonido

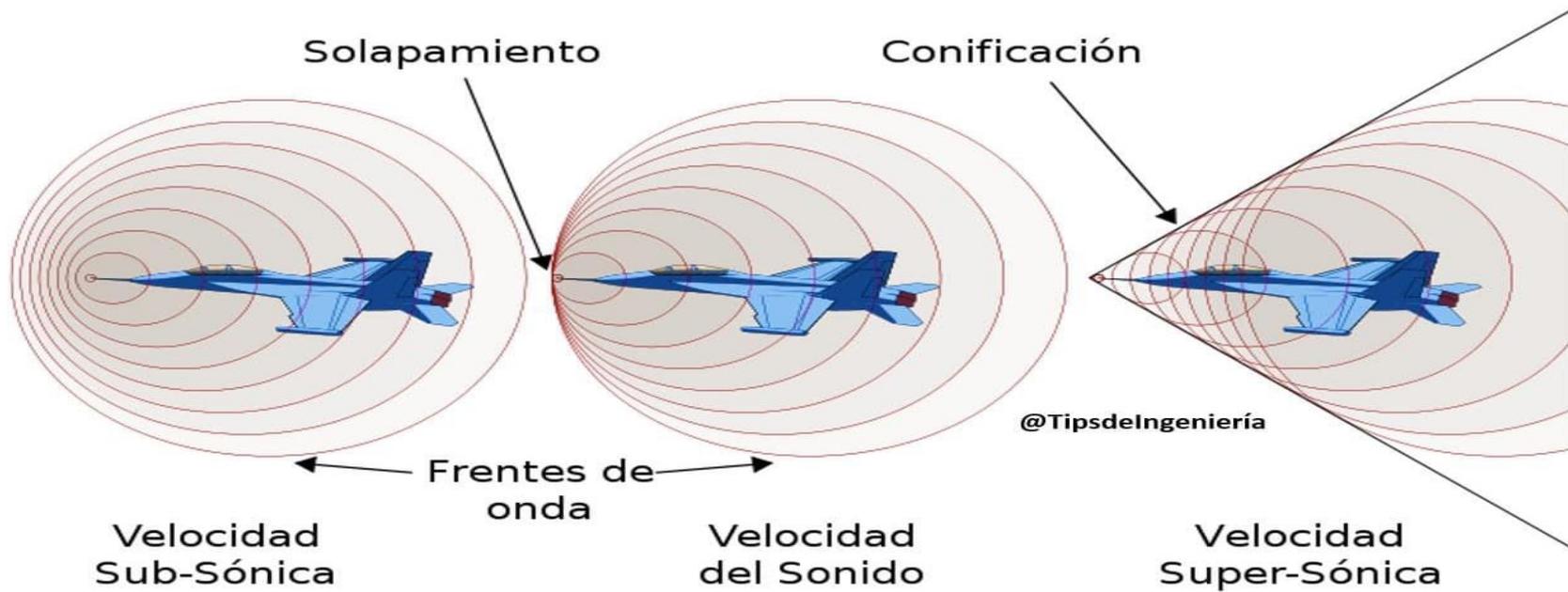


b) La fuente de sonido se mueve con mayor rapidez que la del sonido



c) Ondas de choque alrededor de un avión supersónico





# Superposición de ondas

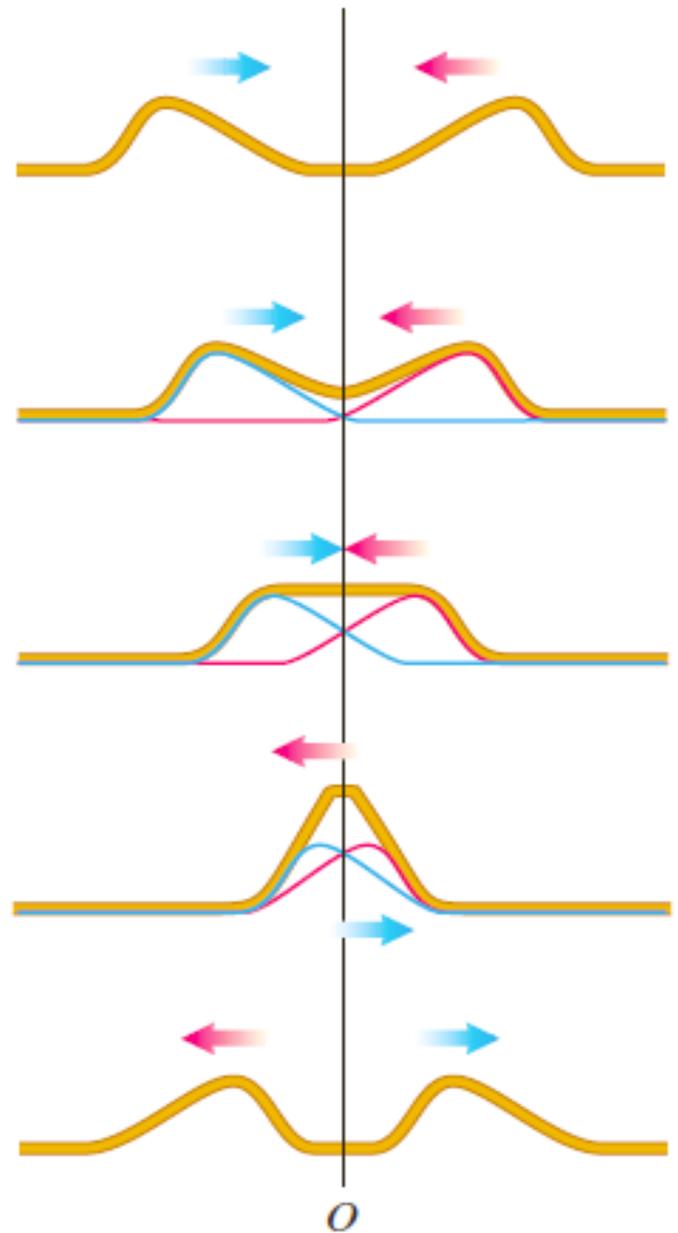
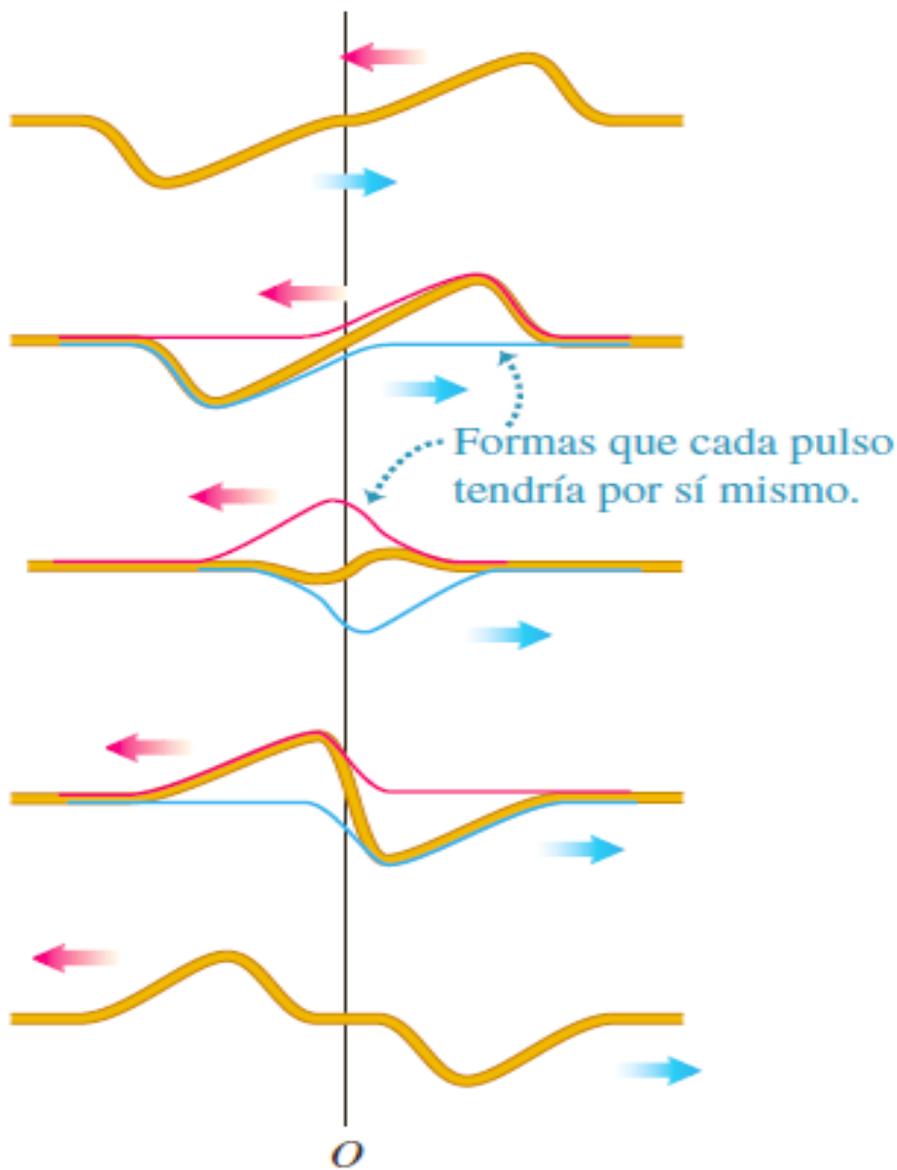
El **PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN** establece que:

*Si dos o más ondas viajeras se mueven a través de un medio, la función de onda resultante en cualquier punto es la suma algebraica de las funciones de ondas individuales.*

Las ondas que obedecen este principio son llamadas **ONDAS LINEALES**.

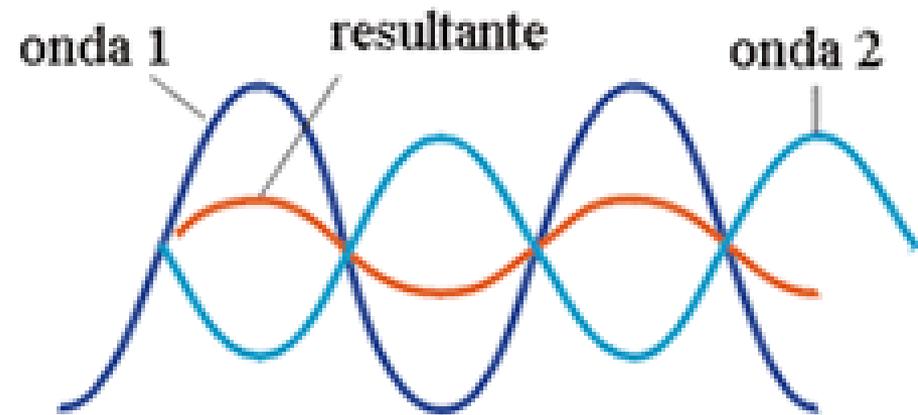
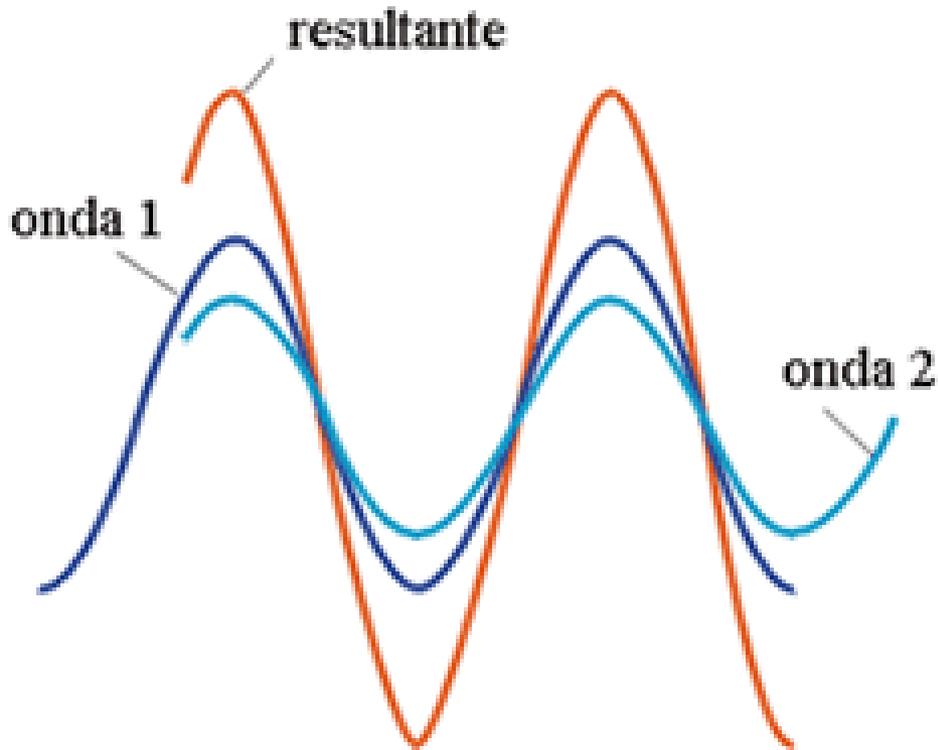
Las que no lo cumplen son **ONDAS NO LINEALES**.

Cuando los pulsos se traslapan, el desplazamiento de la cuerda en cualquier punto es la suma algebraica de los desplazamientos debido a los pulsos individuales.

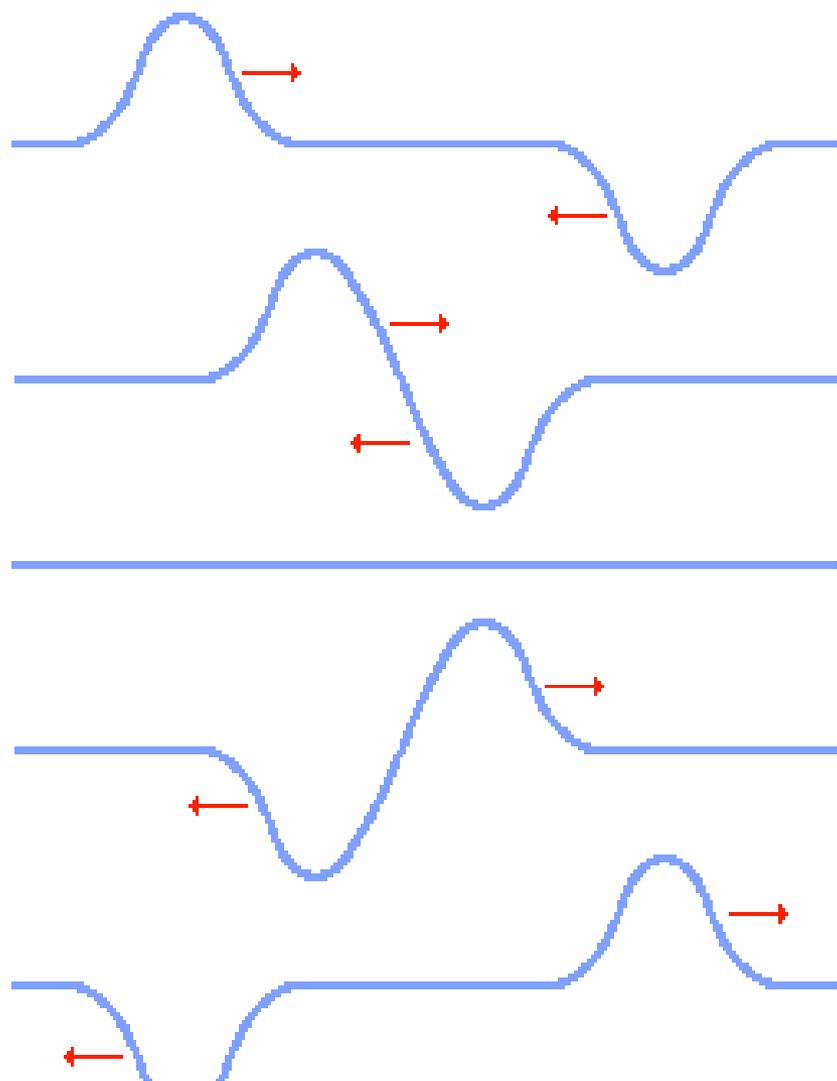


# Interferencia

Ocurre cuando dos ondas se combinan al encontrarse en el mismo punto del espacio. Al propagarse dos o más ondas por un medio, la perturbación total resultante es la suma de las perturbaciones de ambas ondas. La interferencia puede ser constructiva (izquierda) o destructiva (derecha).

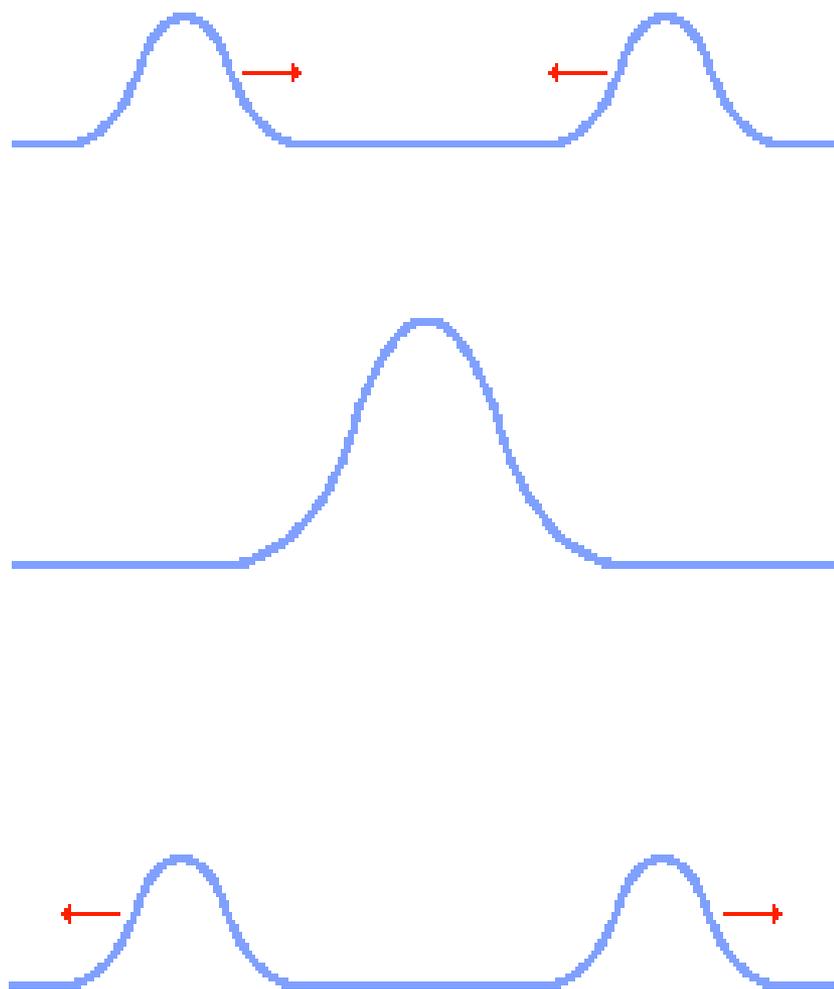


### Interferencia destructiva de dos pulsos



A

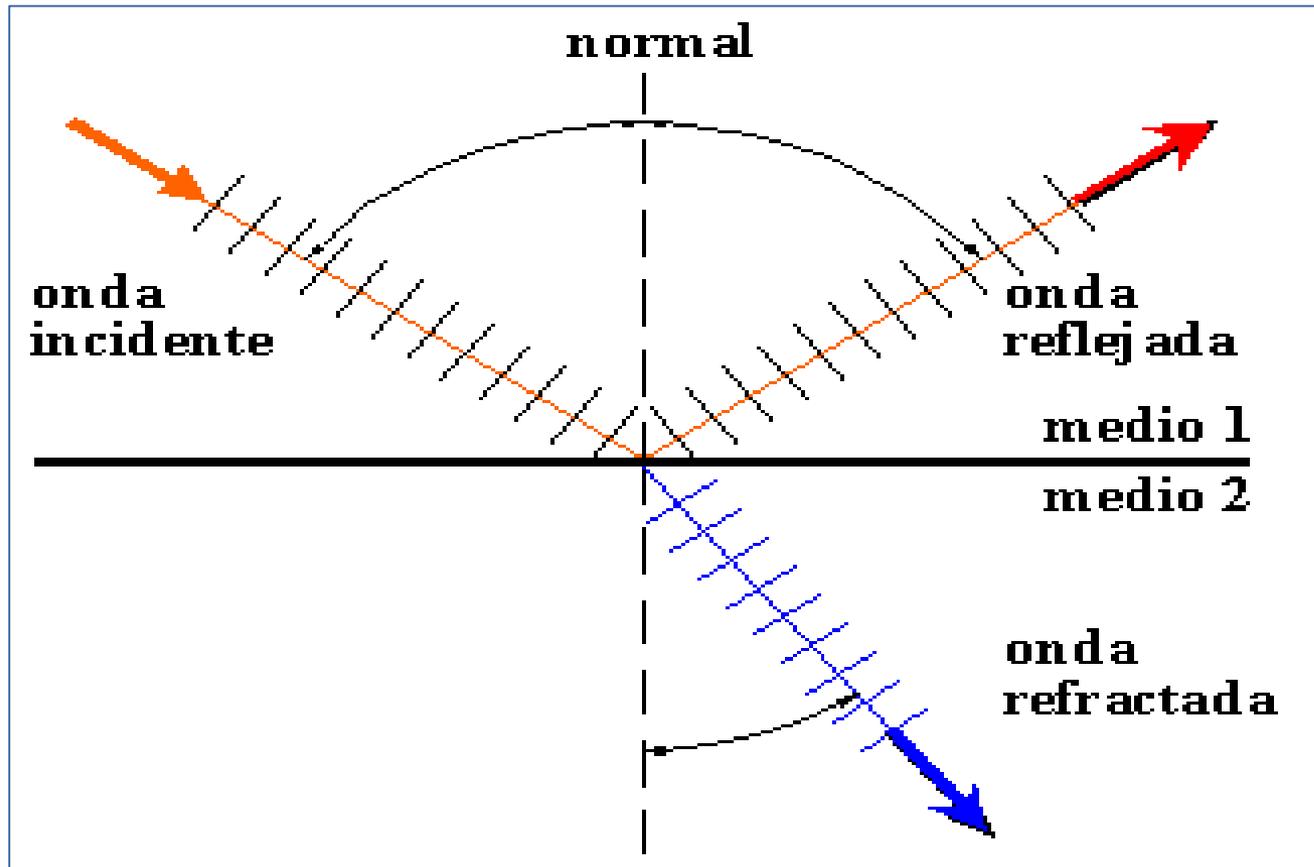
### Interferencia constructiva de dos pulsos



B

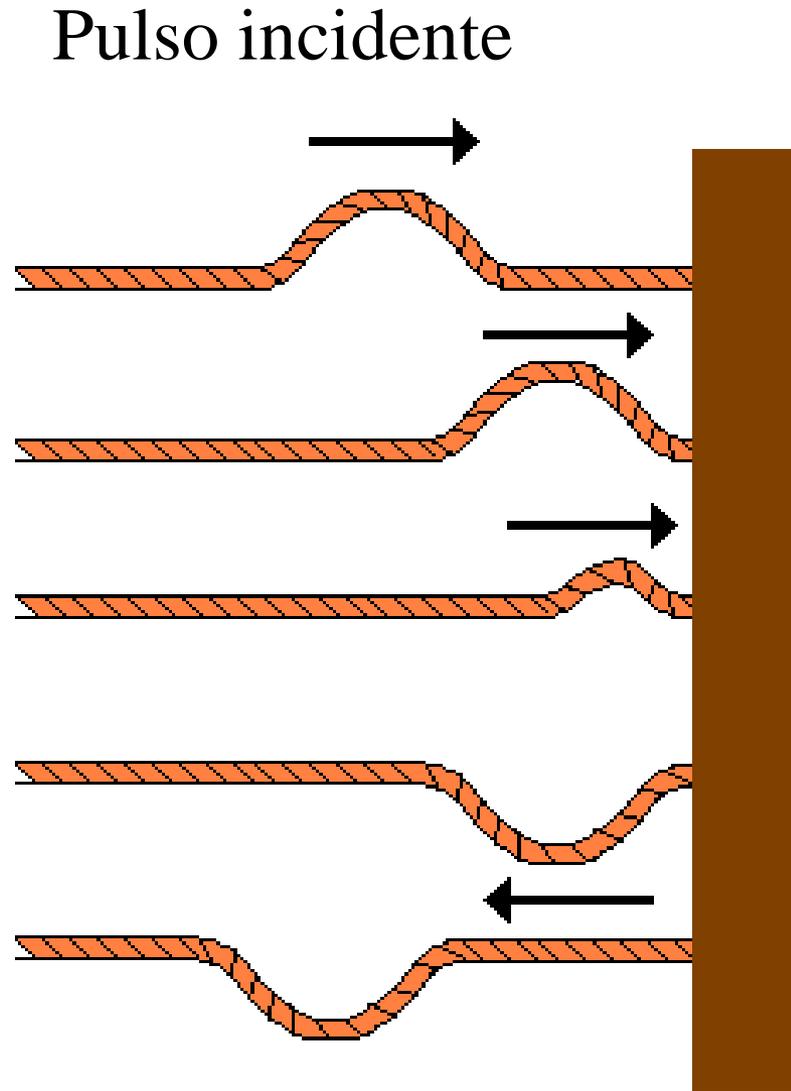
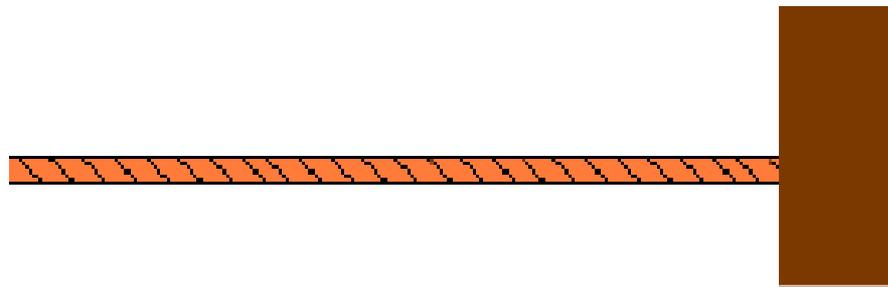
# Reflexión

La reflexión es el cambio de dirección de un rayo o una onda que ocurre en la superficie de separación entre dos medios, de tal forma que regresa al medio inicial. Ejemplos comunes son la reflexión de la luz, el sonido y las ondas en el agua.



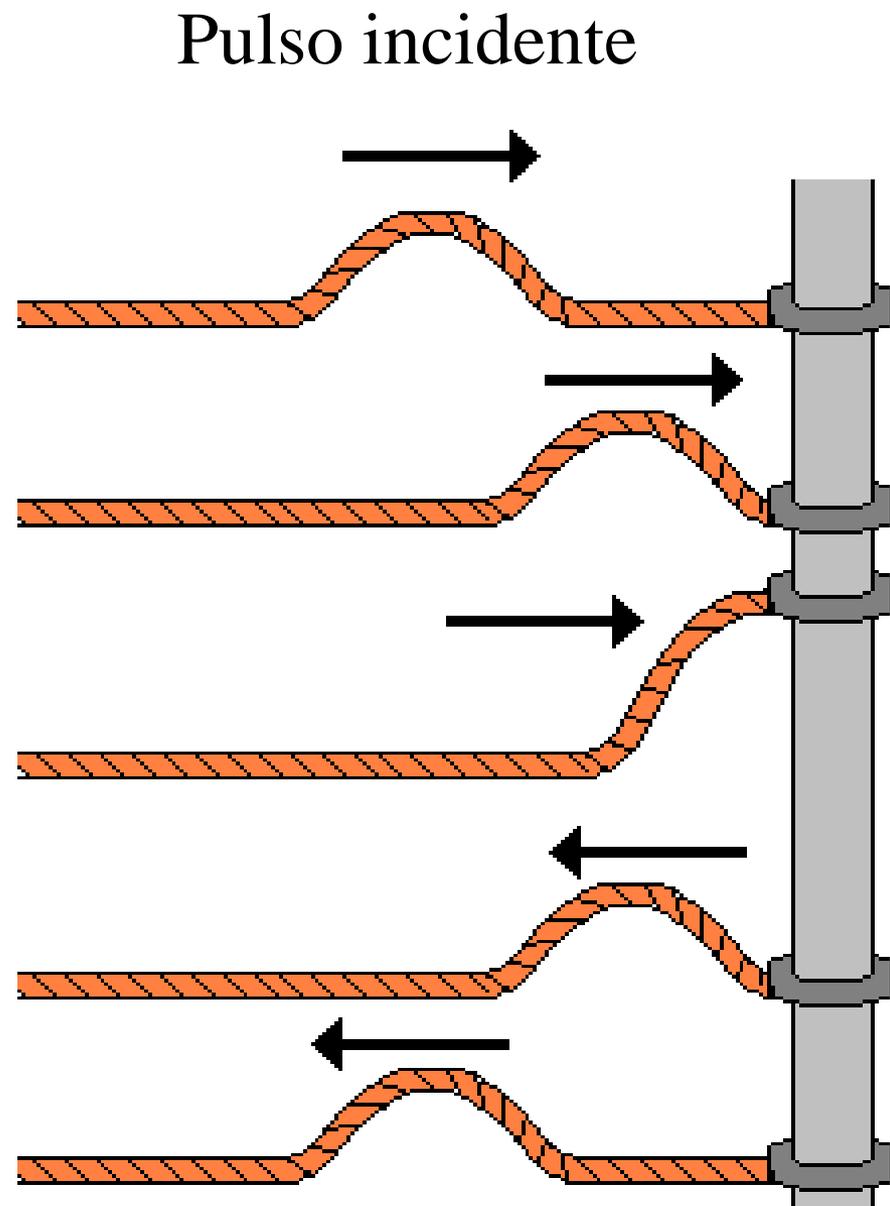
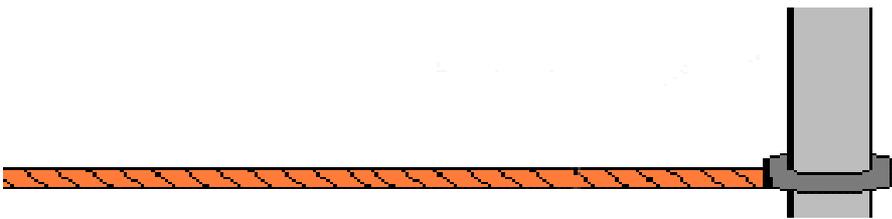
Reflexión de un pulso de onda viajera en el **extremo fijo** de una cuerda alargada.

El pulso reflejado se invierte, pero su forma permanece igual.



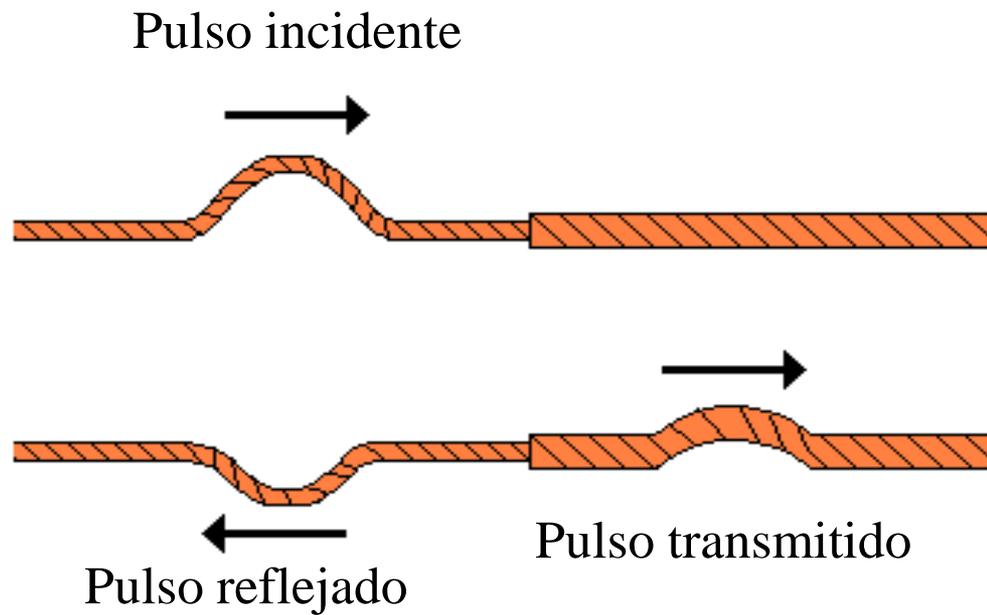
Reflexión de un pulso de onda viajera en el **extremo libre** de una cuerda alargada.

El pulso reflejado no se invierte.

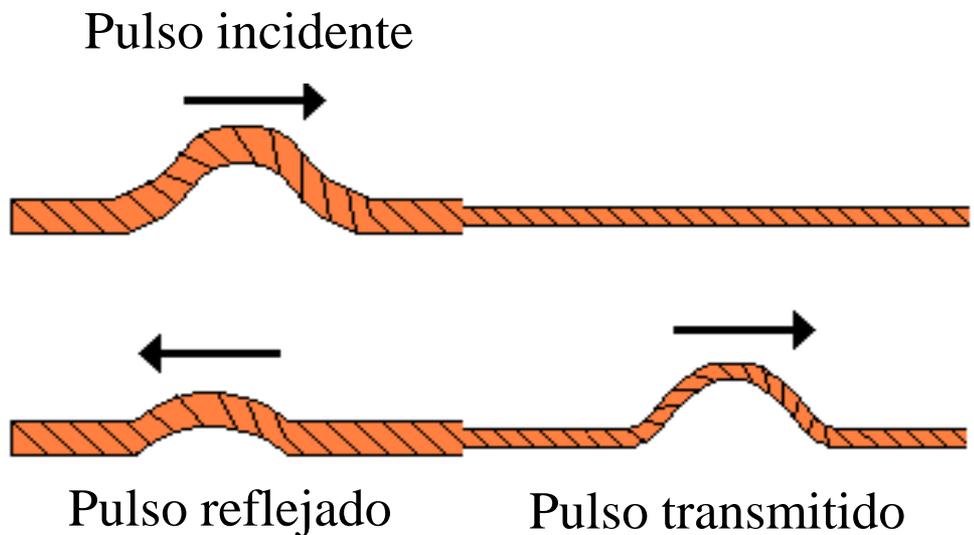


Pulso reflejado

Un pulso viaja hacia la derecha en una cuerda ligera unida a una cuerda pesada. Parte del pulso se refleja y parte del pulso se transmite a la cuerda más pesada.



Un pulso viaja hacia la derecha en una cuerda pesada unida a una cuerda ligera. Parte del pulso se refleja y parte del pulso se transmite a la cuerda más ligera.



Los resultados anteriores pueden resumirse en lo siguiente:

Cuando un pulso de onda viaja de un medio A a un medio B y  $v_A > v_B$  (es decir, cuando B es más denso que A:  $\mu_B > \mu_A$ ), el pulso **SE INVIERTE** en la reflexión.



Cuando un pulso de onda viaja de un medio A a un medio B y  $v_A < v_B$  (es decir, cuando A es más denso que B:  $\mu_A > \mu_B$ ), el pulso **NO SE INVIERTE** en la reflexión.



# Refracción o Transmisión

Ocurre cuando una onda cambia de dirección al entrar en un nuevo medio en el que viaja a distinta velocidad.

