

<b>Área:</b> Ciencias naturales	<b>Asignatura:</b> Física	
<b>Grado:</b> Undécimo	<b>Periodo:</b> III	<b>Duración:</b> 1 Semana
<b>Desempeños</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar y comunicar argumentaciones y explicaciones del ámbito de la ciencia, utilizando el lenguaje (gráfico, oral y escrito) científico; así como interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas.</li> <li>• Contrastar los contenidos con la práctica mediante experiencias sencillas teniendo en cuenta procedimientos científicos y comunicar las conclusiones de las prácticas o proyectos de investigación utilizando las TIC.</li> <li>• Interiorizar los valores como el respeto, honestidad, tolerancia, autonomía y compromiso con el cuidado del medio ambiente en su diario vivir.</li> </ul>	
<b>Metodología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar la guía en hojas cuadriculadas.</li> <li>• Tomar la foto y subirla en la plataforma Teams o a los correos de los docentes de acuerdo con la asignatura.</li> </ul>	
<b>Física</b>		

## Actividades

Con base el contenido que está a continuación desarrollar los siguientes puntos:

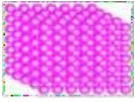
1. Realizar un mapa mental sobre termodinámica.
2. Elaborar los enunciados y la estructura de un crucigrama sobre el tema Movimiento Ondulatorio.
3. Realizar un cuadro comparativo entre las cualidades del sonido.
4. En un gráfico explicar la fisiología del oído.
5. Hacer un mapa mental sobre las aplicaciones de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz

<b>Contenido</b>
------------------

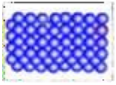
## Termodinámica

### Calor y temperatura

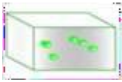
Según el modelo cinético molecular de la materia, sabemos que las partículas que la forman



están sometidas a un movimiento constante. Los sólidos están formados por partículas que se atraen con gran fuerza por lo que ocupan un volumen constante. No obstante, estas partículas están sometidas a una pequeñísima vibración alrededor de una posición de equilibrio.



Las partículas que forman los líquidos se atraen fuertemente entre sí por lo que ocupan un volumen constante. No obstante, pueden cambiar de posición unas respecto de otras por lo que adoptan la forma del recipiente que los contiene.



Las partículas que forman los gases se atraen muy poco entre sí por lo que tienen una gran movilidad ocupando la totalidad del recipiente que los contiene y adoptando su forma.

Supongamos un gas cualquiera a distintas temperaturas:

Cada partícula tendrá una energía cinética que será función de la temperatura, a mayor temperatura mayor será la agitación de las partículas. La temperatura de un sistema nos da una idea de la agitación térmica de las partículas que contiene.

La temperatura nos indica si un cuerpo está caliente o frío. No obstante, no se puede confundir calor con temperatura, ni siquiera temperatura y el concepto anterior de caliente o frío.

Un ejemplo: si tenemos una mano sumergida durante un tiempo en agua fría y la otra el mismo tiempo en agua caliente y al sacarlas las metemos en un recipiente con agua templada la sensación que tenemos en ambas manos es distinta pues la que estaba en agua fría sentirá el agua templada como caliente y la que estaba en agua caliente la percibirá como fría.

## El termómetro

El termómetro se utiliza para medir la temperatura de un sistema. Generalmente consistían en un depósito que contiene un líquido que al dilatarse o contraerse se extiende o se retrae en un capilar lo que, tomando unos puntos fijos, nos permite dividir la escala termométrica. Ese líquido suele ser alcohol coloreado y hasta hace poco mercurio.

Existen diferentes tipos de termómetros, los que miden la temperatura ambiente, los termómetros clínicos que solamente permiten medir la máxima de la temperatura corporal evitando que al dejar de estar en contacto con el cuerpo la temperatura baje... En estos momentos están ganando terreno los termómetros digitales que, en poco tiempo, con bastante exactitud, nos dan la temperatura de un sistema. Además, los termómetros clínicos de mercurio están siendo retirados en la Unión Europea para evitar la contaminación a causa de este metal.

Para transformar de grados centígrados a Kelvin se suma 273:  
 $T (K) = t (^{\circ}C) + 273$

Para transformar grados centígrados en fahrenheit o a la inversa:

$$\frac{t (^{\circ}C)}{100} = \frac{t (^{\circ}F) - 32}{180}$$

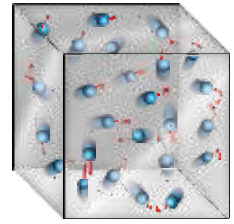
## Debemos diferenciar entre calor y temperatura

El calor, o energía térmica, se define como la energía que se transmite desde un cuerpo a otro cuando entre ellos hay una diferencia de temperatura. El calor siempre fluye, en forma espontánea, desde el cuerpo a mayor temperatura hacia el cuerpo a menor temperatura.

Puesto que el calor es una forma de energía su unidad en el S.I. es el Joule (J) aunque se usa también habitualmente otra unidad, la caloría (1 cal = 4,18 J). Se define ésta última como el calor necesario para elevar la temperatura de 1 g de agua de 14,5°C a 15,5°C.

## Energía interna

La teoría cinética de la materia enuncia que la materia está formada por partículas que se encuentran en continuo movimiento caótico.



Las partículas tienen masa y se mueven a una velocidad, por lo que llevan asociada una energía cinética. Existen fuerzas de interacción entre ellas, lo que implica que presentan energía potencial. La suma de ambas nos da una idea de la energía que posee esa materia. A esa energía se le llama la **energía interna**.

Es imposible calcular la energía interna de una sustancia. Solamente podemos conocer sus variaciones,  $DU$ , la energía ganada. En ausencia de trabajo externo, se puede afirmar que el calor es igual a la variación de energía interna.

La **energía interna** ( $U$ ) es la energía que poseen todos los cuerpos por el simple hecho de ser materia.

Si no hay trabajo externo  $Q = DU$

Para distinguir entre calor absorbido y calor cedido, usamos un criterio de signos.

$Q < 0$ ; calor cedido

$Q > 0$ ; calor absorbido

## Temperatura

La **energía interna** de una sustancia está relacionada con su temperatura.

A mayor temperatura, mayor movimiento de las partículas, lo que se traduce en mayor energía cinética de las partículas y, por tanto, en mayor energía interna.

La **temperatura** ( $T$ ) es una magnitud que indica la «calidad» de la energía interna de una sustancia. Se mide en kelvin (K) en el SI.

## Propagación del calor

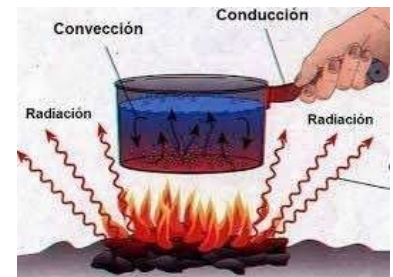
El calor es una transferencia de energía, pero ¿cómo se produce esa transferencia? El calor se propaga de tres formas distintas: conducción, convección y radiación.

### Conducción

Se produce por contacto y sin transporte de materia. Las moléculas transmiten su energía de una a otra hasta que alcanzan el equilibrio. Es el mecanismo de propagación del calor característico de los sólidos.

### Convección

Se produce transferencia de materia. Se produce en los líquidos y gases. Al calentar, disminuye la densidad del fluido, que asciende provocando un movimiento de descenso de las moléculas más frías (más densas) que se encuentran en la capa superior. A este movimiento de ascenso y descenso se le llama corriente de convección.



### Radiación

Es la propagación del calor sin que exista contacto entre los dos cuerpos. Se produce en el vacío. Todos los cuerpos emiten radiación.

## Es importante recordar que

**Apliquemos nuestros conocimientos. Un fuego se propaga de igual forma que el calor, por conducción, convección y radiación. Por lo tanto, conocer las formas en las que un incendio puede propagarse puede ser de vital importancia a la hora de sofocarlo.**

## Calor latente

Cuando un cuerpo recibe o cede cierta cantidad de energía térmica, podemos observar, como consecuencia, una variación de su temperatura o un cambio en su estado físico. La variación de temperatura corresponde a una variación en el estado de agitación de las partículas del cuerpo. En este caso, la energía térmica transferida se denomina calor sensible.

El cambio de estado físico corresponde a un cambio en el estado de agregación de las partículas del cuerpo, haciendo que un sólido, por ejemplo, se transforme en líquido. La energía térmica responsable de los cambios de estado se denomina **calor latente**.



También es muy importante que quede bien claro la diferencia entre calor y temperatura. Calor es la denominación que damos a la energía térmica cuando, ella se encuentra transitando entre dos lugares de diferentes temperaturas.

La temperatura es el estado termodinámico de un cuerpo que asociamos al nivel medio de agitación de sus partículas.

Si vemos la imagen, nos daremos cuenta de lo siguiente. La energía térmica suministrada por la llama de la estufa se utilizó inicialmente para calentar la tetera y el agua. Cuando ocurre la ebullición, observamos vapor de agua saliendo por el pico de la caldera. Este vapor es parte del agua que pasó al estado gaseoso.



## ¿Qué es el Calor Específico?

Para entender al **Calor Específico**, es importante analizar muchos casos y situaciones. Para ello lo analizaremos poco a poco.

El efecto más claro para entender este fenómeno es el siguiente, ocurre cuando la variación de temperatura de un objeto se le suministra o retira energía térmica, o sea, cuando lo calentamos o lo enfiamos. Si colocamos una olla con agua en una estufa encendida, su temperatura aumenta. Si la colocamos dentro de un refrigerador o nevera, su temperatura disminuye. ¿Pero de qué dependen estas variaciones de temperatura? Es de eso que trataremos en este artículo.

*Imagine las siguientes situaciones:*

### Caso 1:

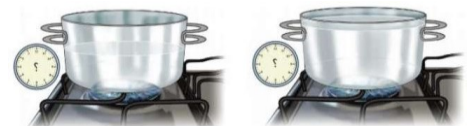
Tenemos dos ollas, una de hierro y otra de vidrio, conteniendo la misma cantidad de agua, se apoyan en dos quemadores de estufa diferentes.



¿Usted cree que habrá diferencia de temperaturas después de un mismo intervalo de tiempo?

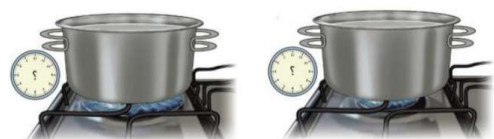
### Caso 2:

Dos ollas idénticas, que contengan la misma cantidad de agua, se colocan al mismo tiempo en quemadores de estufas distintas, una con la llama "baja" y la otra con la llama "alta". Usted cree que ¿habrá diferencia en el tiempo para hervir el agua?



### Caso 3:

Nuevamente, tenemos dos ollas y ambas son idénticas, una conteniendo 1 litro de agua y la otra 1/2 litro, se colocan en quemadores de estufas distintas. ¿Crees que una de ellas se hervirá primero que la otra? Las comparaciones de los casos anteriores muestran que la



elevación de temperatura de un cuerpo depende del material del que está hecho (**Caso 1**), también depende de la cantidad de calor suministrada (**Caso 2**) y de la cantidad de materia del cuerpo (**Caso 3**). Lo mismo ocurriría en caso del enfriamiento.

La característica que depende del material o de la sustancia que se hace el objeto se denomina **calor específico**.

En cuanto al calor específico, nos da a entender cuando un material es más difícil tanto de calentar o enfriar, o sea, menor es su variación de temperatura cuando recibe o pierde una misma cantidad de calor o energía térmica. Podemos pensar en el **calor específico como una medida de “resistencia” de una sustancia a cambiar de temperatura** cuando cambio el calor la primera situación, la olla de hierro alcanza una temperatura más elevada que la de vidrio porque el hierro tiene menor calor específico que el vidrio.

Se define calor específico ( $C_e$ ) como la cantidad de calor que necesita un gramo de una sustancia para elevar su temperatura a un grado centígrado. La unidad de medida del calor específico más comúnmente utilizada es  $\text{cal} / \text{g} \text{ } ^\circ \text{C}$ .

### Dilatación

Se trata de un fenómeno con el que estamos familiarizados. Todos sabemos que un anillo nos hace más marca en verano que en invierno. Los raíles de tren guardan entre si una cierta separación para evitar que, cuando la temperatura es más alta se deformen. En los puentes y en las casas se dejan espacios, juntas de dilatación, para evitar la aparición de grietas.

Un experimento se hace muy a menudo para observar este fenómeno. Consiste en pasar una bola de acero por un aro. A temperatura ambiente pasa bastante justa, a mayor temperatura no pasa.





Los líquidos y los gases también se dilatan, basta con recordar cómo se fabrican algunos termómetros.

Podemos definir por tanto la dilatación como el aumento de volumen que se produce al variar la temperatura.

## Movimiento Ondulatorio

### La vibración es la causa de las ondas

Casi todo lo que ocurre a nuestro alrededor se puede relacionar con el comportamiento de tipo ondulatorio. Lo que se lee en estos momentos se debe a las ondas luminosas; lo que escuchamos a las ondas sonoras.

Las cosas tienen su propia temperatura debido a que sus componentes, los átomos están vibrando permanentemente.

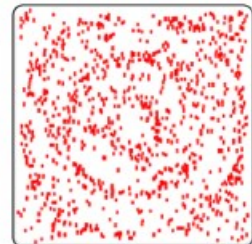
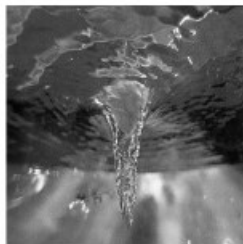
La mayoría de los objetos, especialmente los denominados elásticos; vibran si durante un espacio de tiempo se le aplica una fuerza.

Mientras la fuerza se le aplica, se deforman; pero luego recuperan su forma y su posición original; posición de equilibrio. Por ejemplo; al accionar una cuerda de guitarra; un elástico o un resorte.

Una onda es toda perturbación

que se propaga a través del medio, siendo la perturbación vibraciones de una partícula.

Las ondas transportan energía de un lugar a otro. Las ondas



desaparecen porque: se atenúa o se amortigua el movimiento de las partículas que están vibrando.

La naturaleza puede transmitir la energía de dos formas, una mediante cuerpos que se desplazan y otra mediante ondas.

Si a un cuerpo en reposo le comunicamos energía, se pone en movimiento, transformándose la energía aportada en energía cinética. Esta energía la puede comunicar a otros cuerpos si choca con ellos.

Si a un cuerpo en reposo se le suministra energía mecánica, este cuerpo tiende a ponerse en movimiento, transformando la energía suministrada en energía cinética, energía que lleva consigo y que comunica a otros cuerpos si colisiona con ellos, como por ejemplo los átomos.

Cuando cae un cuerpo en un lago, por ejemplo, el choque con las partículas con las que entra en contacto hace que ellas comiencen a moverse hacia arriba y hacia abajo, este movimiento se lo

comunica a las partículas que están a su alrededor formando un círculo concéntrico, en donde las partículas se mueven hacia arriba y hacia abajo mientras que el movimiento se desplaza hacia afuera del círculo es decir los dos movimientos son perpendiculares. Las moléculas de agua con las que choca comienzan a vibrar y la vibración se transmite a las moléculas próximas a ellas. La perturbación originada se propaga debido a

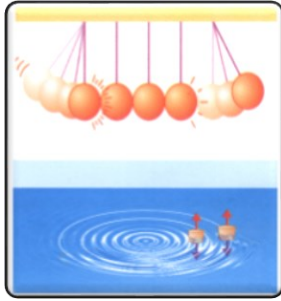


la elasticidad del medio y genera un movimiento ondulatorio. Sin embargo, hay que distinguir entre el movimiento vibratorio de las moléculas de agua y el movimiento ondulatorio de avance de la onda.

### PROPAGACIÓN DE LA PERTURBACIÓN



### Naturaleza de la Luz -conceptos básicos de Óptica

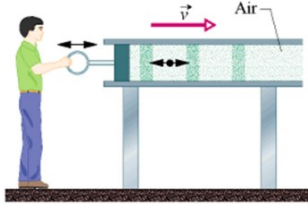


Sólo se transmite la energía de la partícula que origina el movimiento (CENTRO EMISOR).

Las partículas no se desplazan, sino que vibran en su posición de equilibrio. (corcho flotando, cadena de ladrillos)

#### CONDICIONES DE PROPAGACIÓN

Para que la perturbación se propague el medio ha de ser elástico e inerte. (si el medio es plástico, la energía inicial se consumirá en la deformación de las partículas siguientes). A medida que la perturbación se propaga, se amortigua (parece como si la energía se perdiera), debido a:

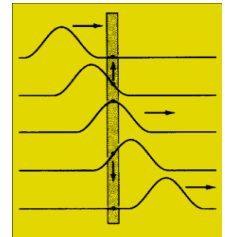


- Al grado de elasticidad del medio (se perderá energía en deformaciones si el medio es poco elástico).
- Al rozamiento viscoso entre las partículas (la energía de la partícula emisora se va repartiendo cada vez entre mayor número de partículas).

#### PULSO

Es una perturbación individual que se propaga a través del medio, como pulsar una cuerda de guitarra.

Solamente un punto del medio está en movimiento en un momento dado; cada partícula está en reposo hasta que llega a ella el impulso (golpe seco al extremo de una cuerda).



#### TREN DE ONDAS

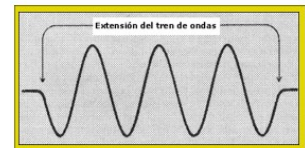
Es sucesión de pulsos, una perturbación continua que se propaga. Todas las partículas del medio están en movimiento.

Para su producción es necesario suministrar energía continuamente al centro emisor.



#### Clasificación de las ondas

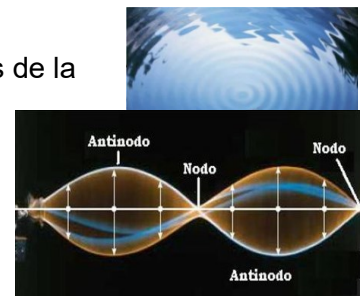
**Ondas Viajeras:** Se Realiza en un sentido único, Se expanden libremente por el espacio o por su medio llegando a recorrer grandes distancias.



**Ondas estacionarias:** son aquellas ondas en las cuales, ciertos puntos de la

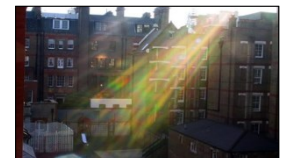


onda llamados nodos, por ejemplo, dos ondas que se propagan en sentidos contrarios; permanecen inmóviles; permanecen encerradas en un espacio (cuerda, tubo con aire, membrana, etc.



**Mecánicas o materiales:** se propaga energía mecánica, necesitan un medio material de propagación. Ejemplos: onda sonora, ondas en la superficie del agua, ondas en muelles, en cuerdas.

**Electromagnéticas:** se propaga energía electromagnética, no necesitan un medio material para propagarse (propagación en el vacío). Ejemplos: luz visible, rayos X, rayos infrarrojos, rayos ultravioleta.

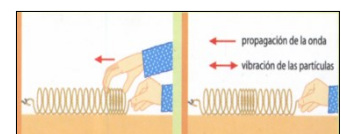


**Longitudinales o de presión:** la dirección de vibración de las partículas coincide con la dirección de propagación.

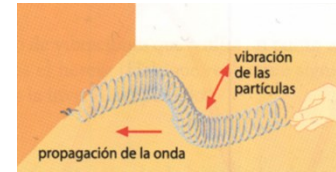
Una onda es una sucesión de contracciones y dilataciones del medio.

Ejemplos: onda sonora.

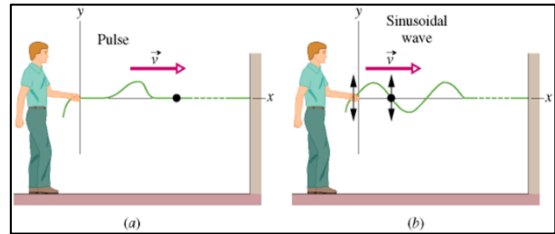
Las ondas longitudinales se propagan solo en medios materiales.



**Transversales:** la dirección de vibración de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación. Una onda es una sucesión de crestas y valles.



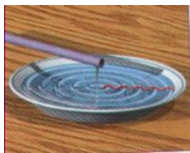
Las ondas transversales pueden ser mecánicas (ondas que se propagan a lo largo de una cuerda tensa) o electromagnéticas (la luz o las ondas de radio).



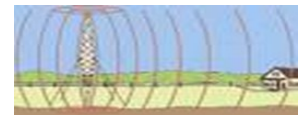
**Ondas sísmicas:** como los terremotos, son combinaciones de movimientos longitudinales y transversales, con lo que se mueven de forma circular.

Según sea el número de dimensiones en que tiene lugar la propagación de las ondas, éstas pueden ser: unidimensionales, bidimensionales o tridimensionales.

**Onda unidimensional:** la onda se propaga en una dimensión.



**Ondas bidimensionales:** las ondas se propagan en dos dimensiones.

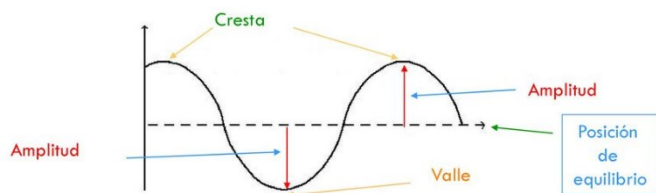


**Ondas tridimensionales:** las ondas se propagan en tres dimensiones.

**Las magnitudes que permiten diferenciar y clasificar las ondas son:**

**Cresta:** posición más alta con respecto a la posición de equilibrio.

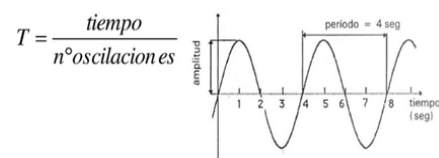
**Valle:** máxima distancia entre la posición de una partícula y el centro de la oscilación.



Sólo depende de la energía que propaga la onda.

**Elongación:** distancia de cada partícula vibrante a su posición de equilibrio. Unidades: metro (m), múltiplos y submúltiplos.

**Periodo:** Tiempo que tarda cada punto en recorrer una oscilación completa, tiempo que tarda una onda en reproducirse. Se expresa en el SI en (S).



**Frecuencia**

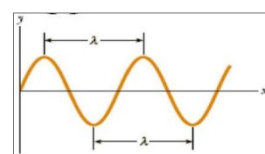
El número de vibraciones que realiza una partícula en la unidad de tiempo. Número de veces que se reproduce la onda en la unidad de tiempo.

$$f = \frac{\text{n}^\circ \text{oscilaciones}}{\text{tiempo}}$$

Es la inversa del período  $f = 1/T$ ; en el SI sus unidades son el  $s^{-1}$  que se llama hertzio (hz). A veces se utilizan los ciclos.

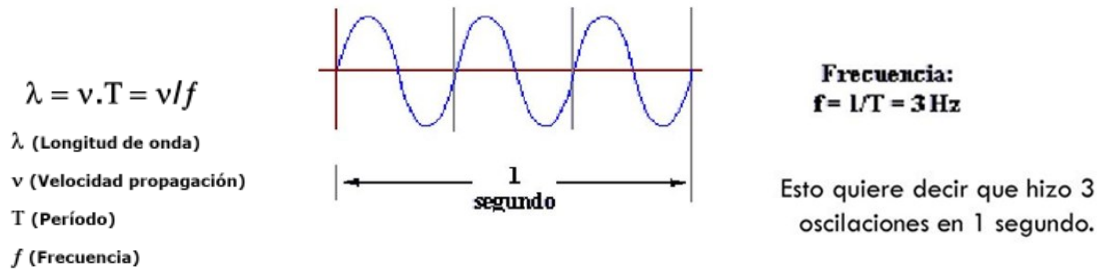
$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f}$$

**Longitud de onda ( $\lambda$ )**





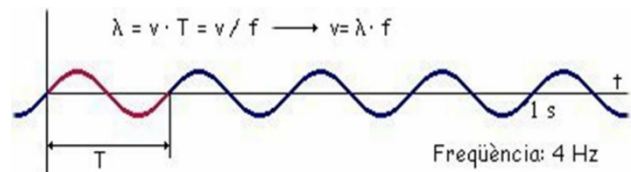
Distancia entre dos puntos consecutivos que se encuentran en el mismo estado de vibración. En una onda transversal es la distancia entre dos crestas o valles consecutivos. En una onda longitudinal distancia entre dos concentraciones o dilataciones consecutivas.



### Velocidad de propagación

relación existente entre la distancia que avanza una onda en un período y el tiempo que emplea para ello.

Las ondas viajan con una velocidad específica que depende de las propiedades del medio (elasticidad y rigidez). Si el medio es homogéneo e isótropo la velocidad es igual en todas las direcciones.



### Velocidad de las ondas mecánicas

La velocidad de propagación de una onda es el cociente de dividir la distancia que avanza la onda entre el tiempo que emplea para ello.

La velocidad de propagación  $v$  de las ondas transversales en una cuerda depende de la tensión  $T$  de ésta y de su densidad lineal  $\mu$  ( masa  $m$  por unidad de longitud  $L$ )

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{Donde } \mu = m/L$$

Las ondas transversales mecánicas sólo pueden propagarse a través de medios sólidos, donde la rigidez de éstos permite el desarrollo de fuerzas recuperadoras o en la superficie de los líquidos.

La velocidad de propagación de las ondas longitudinales en sólidos depende de la constante elástica del medio y de su densidad, ya que las ondas longitudinales provocan contracciones y dilataciones en las partículas del sólido.

En un medio sólido, la velocidad de propagación de las ondas longitudinales es mayor que la de las ondas transversales.

La velocidad de propagación de las ondas longitudinales en los fluidos (líquidos y gases) depende del módulo de compresibilidad y de la densidad del medio. La velocidad de propagación de las ondas sonoras es independiente de la fuente sonora que lo produce; sólo depende de las características del medio de propagación.

**Ondas armónicas:** son las que tienen su origen en la perturbación producida por un movimiento constante de la fuente vibradora.

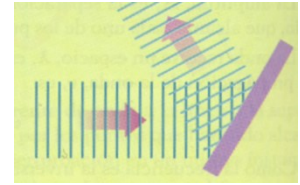
### FENÓMENOS ONDULATORIOS

El método más adecuado para estudiar el comportamiento de los fenómenos ondulatorios consiste en utilizar una cubeta de ondas, en las que estas se propagan en la superficie del agua poco profunda.

$$v = \lambda/T, v = \lambda \cdot f, \text{ en el SI se mide m/s}$$

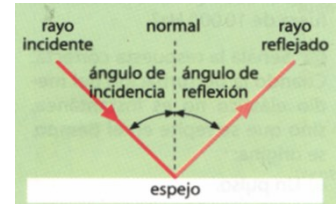
- $\lambda$  (Longitud de onda)
- $v$  (Velocidad propagación)
- $T$  (Período)
- $f$  (Frecuencia)

**Reflexión:** consiste en el cambio de dirección que experimenta un tren de ondas al chocar con una superficie lisa sin atravesarla.

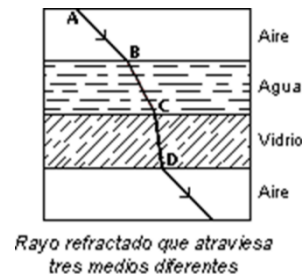
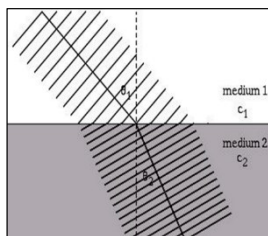
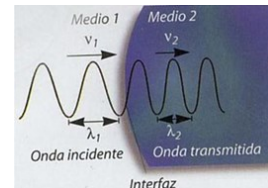


### Leyes de la reflexión

- El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal están en un mismo plano.
- El ángulo de incidencia, formado por el rayo incidente y la normal, y el ángulo de reflexión, formado por la normal y el rayo reflejado, son iguales.
- La onda incidente y la reflejada se propagan con la misma velocidad, ya que lo hacen en el mismo medio.



**Refracción:** consiste en el cambio de velocidad que experimenta un tren de ondas cuando pasa de un medio a otro de distinta profundidad o densidad. Cambio de velocidad que experimenta un tren de ondas cuando pasa de un medio a otro de distinta profundidad o densidad.

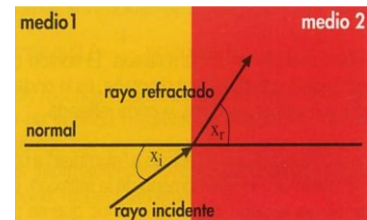


### Leyes de la refracción

El rayo incidente, el rayo reflejado y la normal están en un mismo plano

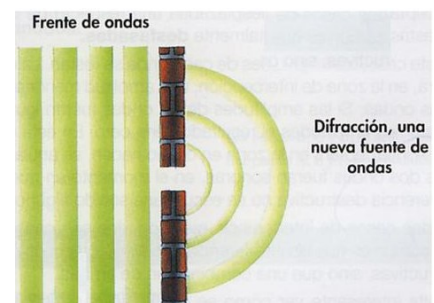
Cuando un rayo pasa de un medio menos denso a otro más denso, en el que su velocidad es menor, se acerca a la normal.

Si pasa de un medio más denso a otro menos denso, el rayo se aleja de la normal.



### Difracción

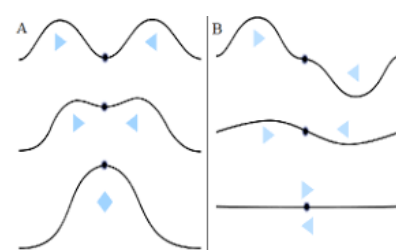
Es el fenómeno que se produce cuando al propagarse una onda ésta encuentra un obstáculo de bordes nítidos o una abertura, estos se convierten en centros emisores de nuevos frentes de ondas (ondas difractadas), Así la onda bordea obstáculos y pasa por agujeros pequeños. Posteriormente la onda incidente y la secundaria interfieren.



### Interferencia

Se llama interferencia al encuentro en un punto del espacio de dos o más movimientos ondulatorios que se propagan por el mismo medio.

Dos conjuntos de ondas pueden pasar a través del mismo punto sin que el uno afecte al otro (conservan la forma después del cruce, típico de los movimientos ondulatorios).



## ONDAS SONORAS

### Naturaleza del Sonido

El sonido es una onda mecánica que se transmite de manera longitudinal a través de un medio físico y es producido por una vibración mecánica.

Las ondas sonoras = **ondas de presión**, lo cual significa que cuando en cierto sitio se produce un sonido, hay un aumento y una posterior disminución de presión que se propaga en las demás regiones del medio, las regiones donde la presión es mayor son regiones de **compresiones** y las de menor presión **rarefacciones**. Las ondas sonoras son longitudinales.

El sonido experimenta reflexión cuando choca contra un obstáculo, el resultado de este fenómeno se llama **eco**.

### Velocidad del sonido

La velocidad de propagación del sonido depende de algunas propiedades del medio por el cual se propaga:

**Densidad:** Las ondas de sonido se propagan con más velocidad en los medios que poseen mayor densidad ( $\rho$ ), puesto que poseen un mayor número de partículas por unidad de volumen disponibles para propagar el sonido.

Por ejemplo, la velocidad del sonido en el agua ( $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$ ) es casi cinco veces mayor que en el aire ( $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$ ).

**Elasticidad** (en sólidos), y la temperatura.

Es la capacidad de una sustancia sólida de deformarse cuando se le aplica un esfuerzo y recuperar su forma inicial cuando este esfuerzo finaliza, por ejemplo, la goma es más elástica que un metal. Una onda de sonido tiene mayor velocidad en un material de menor elasticidad, ya que este transmite las deformaciones de la onda de inmediato, propagándose más rápidamente.

**Compresibilidad (en líquidos y gases)** describe su capacidad de compresión. Los líquidos y gases con menor compresibilidad tienen moléculas más juntas, que transmiten las compresiones y descompresiones de una onda sonora sin retardo, por lo tanto, en ellos el sonido se propaga más rápidamente. Si aumenta la temperatura del medio de propagación, la velocidad del sonido se incrementa. Por ejemplo, si la temperatura del aire aumenta, también lo hace la velocidad del sonido, debido a que la agitación de las moléculas de un gas se incrementa con la temperatura. En este caso, existe una ecuación matemática que relaciona la velocidad del sonido en el aire con la temperatura del aire en grados Celsius.  $V = V_0 + 0,6 \text{ [m/s}^\circ\text{C]} \cdot ^\circ\text{T}$   $V_0 =$  velocidad del sonido a  $0^\circ\text{C}$   $[\text{m/s}]$   $^\circ\text{T} =$  variación de temperatura del medio  $[\text{}^\circ\text{C}]$

## CARACTERÍSTICAS DEL SONIDO

### Espectro audible

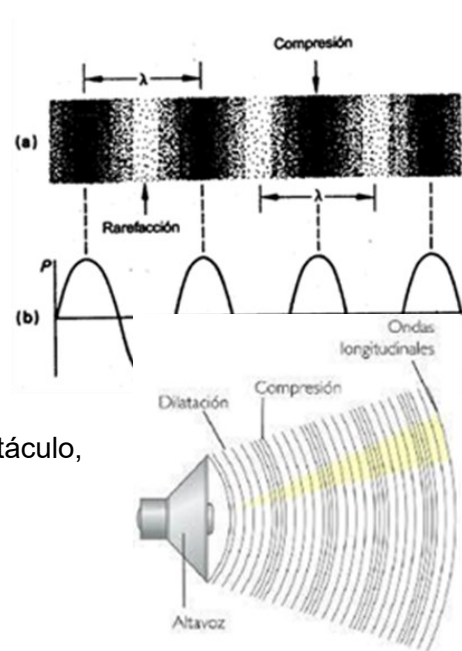
El espectro audible está formado por las audiofrecuencias. El oído humano está capacitado para percibir sonidos cuya frecuencia se encuentran entre los 20 Hz y 20.000 Hz y transformarlo en sensaciones auditivas. Estos límites no son estrictos y depende de factores biológicos como la edad, algunas enfermedades, o malformaciones del oído.

Los **infrasonidos** son aquellos que se encuentran con una frecuencia por debajo de los 20 hz, en cambio los ultrasonidos se encuentran sobre los 20.000 Hz.

### Altura del Sonido o Tono

La altura de un sonido está directamente relacionada con la frecuencia. Pues mientras mayor se a altura, mayor será la frecuencia, y más bajo, una menor frecuencia tendrá la ondas

Nos podemos dar cuenta que cuando se lleva a la otra frecuencia es doble. Por ejemplo luego de la nota Si con

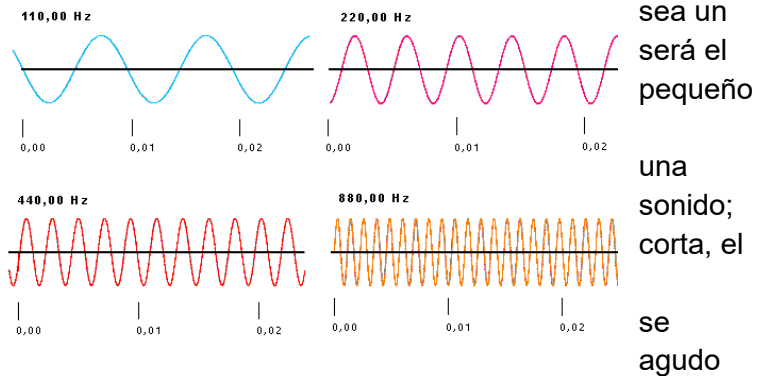


Si	493.88	frecuencia. mientras
Sib (La#)	466.16	
La	440.00	
Lab (Sol#)	415.30	
Sol	392.00	
Solb (Fa#)	369.99	
Fa	349.23	octava, la frecuencia
Mi	329.63	
Mib (Re#)	311.13	
Re	293.66	
Reb (Do#)	277.18	
Do	261.63	

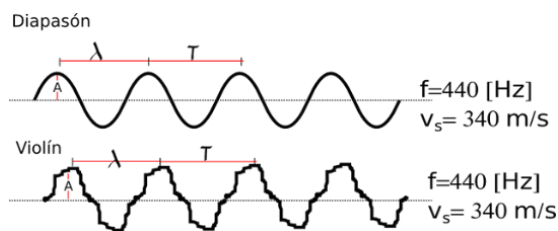
493,88 Hz viene el Do, esta nota tendría una frecuencia de 523,26 Hz la cual es el doble de la frecuencia 261,63 Hz.

La altura o tono está determinada por características en los instrumentos como:

- El **tamaño** mientras más grande instrumento musical, más grave sonido; al contrario, cuánto más será más agudo.
- La **longitud**: mientras más larga cuerda, más grave será el por el contrario, al ser más sonido es más agudo.
- La **tensión**: mientras más tensa encuentre una cuerda, más será el sonido; en cambio, mientras menos tensa esté la cuerda, más grave será el sonido
- La **presión**: mientras mayor sea la presión del aire, más agudo será el sonido; por el contrario, si la presión es menor, más grave será el sonido.



### Timbre de un sonido



El timbre es la propiedad que permite al oído humano distinguir **dos sonidos de la misma frecuencia e intensidad ( amplitud) que son emitidos por distintos instrumentos** o focos emisores, es decir depende del número, intensidad y frecuencia de los armónicos que acompañan al sonido fundamental. En general podemos decir que está

relacionado con la forma de la **onda**

### Intensidad del Sonido

#### Propagación de las ondas sonoras en el espacio libre

Fuente sonora puntual: La fuente emite energía acústica en todas las direcciones con igual intensidad.

Fuente de sonido lineal: La emisión de la fuente predomina en una dimensión sobre las otras dos.

#### Intensidad física ( variación de la intensidad)

Hay dos factores que intervienen en la disminución de la intensidad: el medio de propagación absorbe parte de la energía y la distancia de la fuente al receptor; cuanto más lejos estemos de la fuente.

La potencia se distribuye en un área mayor.

$$I = P/A$$

La fuente se comporta como el centro de una esfera, por lo cual en la fórmula utilizamos directamente el área mencionada:

$$I = P/(4\pi r^2)$$

### Intensidad auditiva

Es la sensación percibida por nuestros oídos, depende de la intensidad física y de otros factores característicos de nuestro aparato

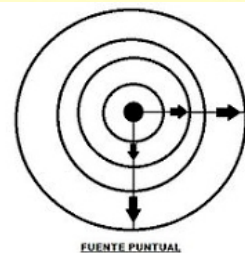
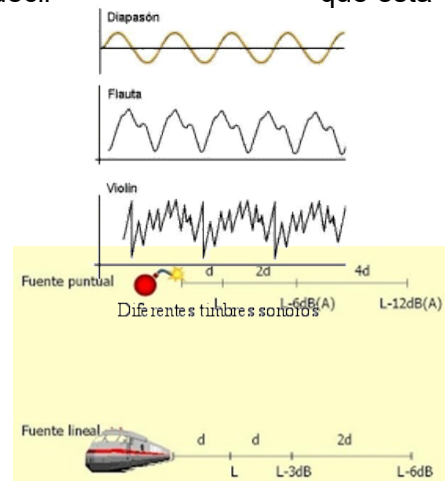
Basados en las observaciones por WEBER – FECHER, se ha escalado arbitrariamente para la intensidad de los sonidos, a resultado se la asigna el BELIO, el cual se representa B.

$$B = \text{Log} \frac{I}{I_0} \quad \text{Donde} \quad I_0 = 10^{-12} \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$

La cantidad B se suele llamar nivel de intensidad del sonido, el cual se mide en beles (b) o decibeles (db), por lo tanto:

$$B = \text{Log} \left( \frac{I}{I_0} \right) b \quad B = 10 \text{ Log} \left( \frac{I}{I_0} \right) db$$

hechas fijado una medida de cuyo nombre de por la letra





La intensidad auditiva (B) que produce un sonido determinado será proporcional al logaritmo decimal de la relación entre la intensidad física (I) del sonido que se quiere medir y la intensidad (I<sub>0</sub>) del sonido mínimo audible por el hombre, es decir:

La cantidad B se suele llamar nivel de intensidad del sonido, el cual se mide en Bels(b) o decibeles (db).

### Efecto Doppler

Es el aparente cambio de de una onda producida por el relativo de la fuente en relación con observador. Si queremos pensar en de esto es bastante sencillo.

Seguramente más de una vez escuchado la sirena de un coche

una ambulancia pasar frente a ti. Cuando el sonido se encuentra a mucha distancia y comienza a acercarse es sumamente agudo hasta que llega a nosotros.

Cuando se encuentra muy cerca nuestro el sonido se hace distinto, lo escuchamos como si el coche estuviera parado. Luego cuando continúa su viaje y se va alejando lo que escuchamos es un sonido mucho más grave.

Esto ocurre ya que las ondas aparentan comenzar a juntarse al mismo tiempo que el coche se dirige hacia una dirección.

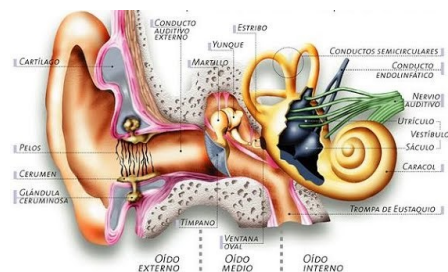
### Anatomía y fisiología del oído

#### ¿Qué es el oído?

El oído es el órgano de la audición y el equilibrio. Las del oído incluyen:

**El oído externo**, formado por:

- **El pabellón auricular o la aurícula.** Parte del oído.
- **El conducto auditivo externo.** Conducto que el oído externo al oído interno u oído medio.



partes

externa

conecta

**La membrana timpánica (también llamada tímpano).** Esta membrana separa el oído externo del oído medio.

**El oído medio (cavidad timpánica),** formado por:

- **Los huesecillos.** Tres pequeños huesos conectados que transmiten las ondas sonoras al oído interno. Los huesos se llaman: martillo, yunque y estribo.
- **La trompa de Eustaquio.** Conducto que une el oído medio con la parte posterior de la nariz. La trompa de Eustaquio ayuda a equilibrar la presión en el oído medio. Se necesita de una presión equilibrada para obtener una transferencia adecuada de las ondas sonoras. La trompa de Eustaquio se encuentra recubierta por mucosa, al igual que el interior de la nariz y la garganta.

**Oído interno,** formado por:

- **La cóclea** (que contiene los nervios de la audición).
- **El vestíbulo** (que contiene receptores para el equilibrio).
- **Los conductos semicirculares** (que contienen receptores para el equilibrio).

La audición comienza en el oído externo.

Cuando se produce un sonido fuera del oído externo, las sonoras, o vibraciones, viajan hasta el conducto auditivo golpean el tímpano (membrana timpánica).

El tímpano vibra. Las vibraciones luego pasan a los tres huesos del oído medio conocidos como huesecillos.

Los huesecillos amplifican el sonido y transmiten las ondas sonoras al oído interno y en el órgano de la audición que contiene líquido (cóclea).

Una vez que las ondas sonoras llegan al oído interno, que se convierten en impulsos eléctricos que el nervio auditivo envía al cerebro.

Finalmente, el cerebro traduce estos impulsos en sonido.



ondas externo y

pequeños



## ÓPTICA GEOMÉTRICA

### Ondas Luminosas

La luz que nos llega del sol (luz blanca), está compuesta por rayos de luz de diferentes colores. Este conjunto de rayos constituye lo que se llama **espectro visible**, el cual, es una zona pequeña del **espectro electromagnético**.

La diversidad que existe entre las ondas de la radiación electromagnética se debe únicamente a la diferente frecuencia de las ondas.

### Óptica Geométrica

Es la parte de la óptica que trata, a partir de representaciones geométricas, de los cambios de dirección que experimentan los rayos luminosos en los distintos fenómenos de reflexión y refracción

### Reflexión de la Luz

Es el fenómeno que se observa cuando un rayo de luz incide sobre una superficie y se refleja. Su estudio se basa en dos leyes:

**1ª ley:** El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.

**2ª ley:** El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. (En la reflexión especular) En este fenómeno está basada la formación de imágenes en los **espejos**.

Espejos planos

Espejos esféricos:

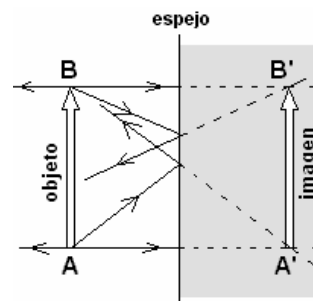
- **CÓNCAVOS.** La superficie reflectante es la cara interna.
- **CONVEXOS.** La superficie reflectante es la cara externa.

### Tipos de imágenes

- **Imagen real**, es cuando está formada sobre los propios rayos. Estas imágenes se pueden recoger sobre una pantalla.
- **Imagen virtual**, es cuando está formada por la prolongación de los rayos, y no se puede recoger sobre una pantalla.

### Imágenes en los espejos planos.

- La imagen obtenida es virtual.
- Es simétrica del objeto con respecto al espejo.
- Es derecha.
- El tamaño del objeto y su imagen son iguales.



### Elementos de los espejos esféricos

**Centro de curvatura**, es el centro de la esfera teórica a la que pertenece el casquete esférico.

**Radio de curvatura**, es el radio de la esfera teórica a la que pertenece el casquete dónde está realizado el espejo.

Espejo cóncavo:  $r < 0$

Espejo convexo:  $r > 0$

**Vértice**, es el centro del casquete esférico.

**Eje principal**, es la línea imaginaria que pasa por el centro de curvatura y el vértice.

**Foco**, Es el punto situado sobre el eje principal, por dónde pasan todos los rayos reflejados procedentes de los rayos paralelos que llegan al espejo.

**Distancia focal**, es la distancia entre el foco y el vértice del espejo.

Se cumple que la distancia focal = radio de curvatura / 2 ( distancia focal=  $r/2$ )

## Imágenes en los espejos esféricos.

La construcción de imágenes en los espejos esféricos, se realizan aplicando las dos propiedades siguientes:

1. Todo rayo paralelo al eje principal se refleja pasando por el foco (y viceversa).
2. Todo rayo que pasa por el centro de curvatura se refleja sobre sí mismo.

Siendo:  $s$  = distancia del objeto al vértice del espejo. Por convenio le tomamos siempre  $< 0$

$s'$  = distancia de la imagen al vértice del espejo

$f$  = distancia focal. (-) en espejos cóncavos y (+) en los convexos.

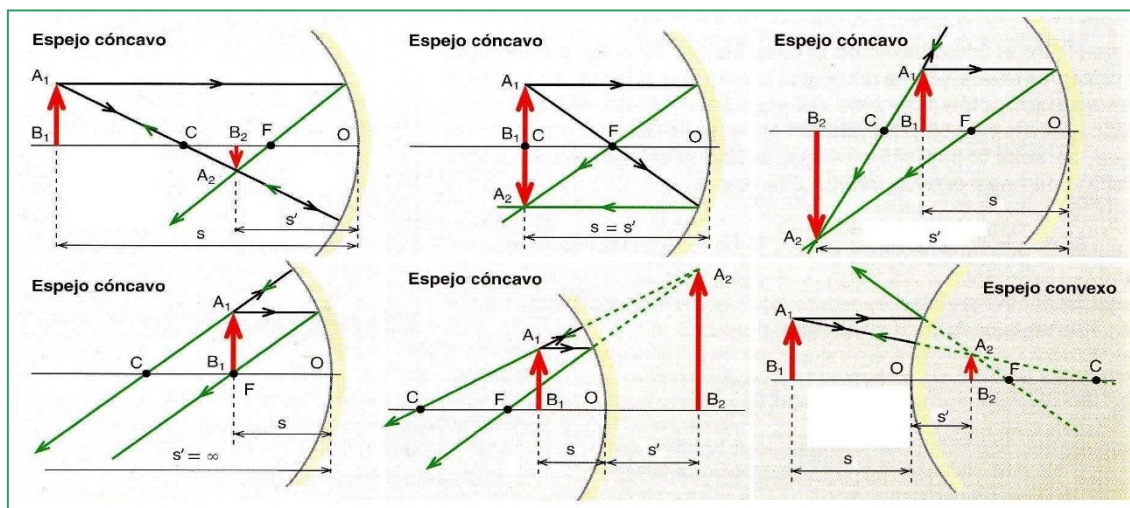
Clase de espejo	Situación del objeto	Características de la imagen
Cóncavo	$s > 2f$	Real, menor e invertida
Cóncavo	$s = 2f$	Real, igual e invertida
Cóncavo	$f < s < 2f$	Real, mayor e invertida
Cóncavo	$s = f$	No se forma imagen
Cóncavo	$s < f$	Virtual, mayor y derecha
Convexo	En cualquier punto	Virtual, menor y derecha

### LA ECUACIÓN DE LOS ESPEJOS

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

### CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES EN ESPEJOS



**Índice de refracción absoluto** de un medio transparente, es el cociente entre la velocidad de propagación de la luz en el vacío  $c$  (igual que en el aire), y la velocidad de la luz en el medio considerado.

$$n = \frac{c}{v}$$

Como  $c, v, n$  será siempre igual o mayor que 1.

### REFRACCIÓN DE LA LUZ

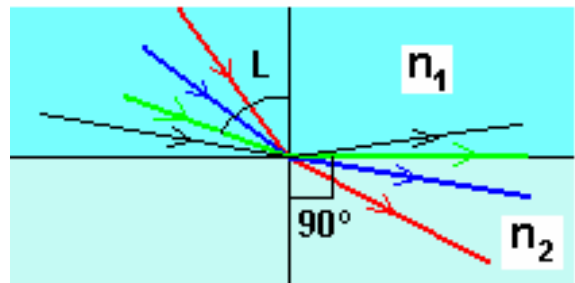
Si un rayo de luz, propagándose por un medio transparente llega a otro medio también transparente, e incide oblicuamente, se sigue propagando rectilíneamente en el segundo medio, pero desviándose de la dirección inicial, produciéndose un cambio en la velocidad y en la dirección.

La relación que existe entre el ángulo de incidencia y el de refracción es:

$$n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$$

Expresión que se denomina **LEY DE SNELL**, y de la cual se deduce que:

1. Cuando la luz pasa de un medio que es menos refringente (por ejemplo, el aire) a otro medio más refringente (por ejemplo el vidrio), el rayo refractado se acerca a la normal.
2. **Ángulo límite. Reflexión total.** Recíprocamente, cuando el rayo luminoso pasa de un medio más refringente a otro menos refringente ( $n_1 > n_2$ ), se aleja de la normal.



En este caso, se da la circunstancia que a un ángulo de incidencia determinado  $L$ , le corresponde un ángulo de refracción de  $90^\circ$ . Al ángulo  $L$  se le denomina **Ángulo límite**, definiéndose éste como "El ángulo de incidencia al que le corresponde un ángulo de refracción de  $90^\circ$ ". El fenómeno se conoce como **Reflexión total** y tiene aplicaciones técnicas en las fibras ópticas.

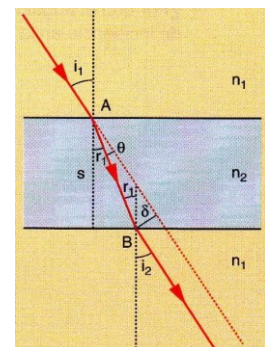
### 3. Lámina de caras planas y paralelas

Cuando un rayo de luz monocromática incide sobre una lámina transparente de caras planas y paralelas se refracta en ambas caras de la lámina.

1ª cara:  $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin r_1$

2ª cara:  $n_2 \cdot \sin r_1 = n_1 \cdot \sin i_2$

Combinando las dos ecuaciones se obtiene:  $i_1 = i_2$ , es decir, el rayo luminoso emerge de la lámina paralelo al rayo incidente.



El rayo luminoso experimenta un **DESPLAZAMIENTO LATERAL  $\delta$**  (distancia entre los rayos incidente y emergente), cuyo valor es:

$$\delta = AB \sin \theta \quad AB = s / \cos r_1 \quad \theta = i_1 - r_1$$

$$\delta = s \frac{\sin(i_1 - r_1)}{\cos r_1}$$

## LENSES

Es un medio transparente y homogéneo, limitado por dos superficies, una de ellas por lo menos, curva. Al ser atravesados por un rayo luminoso, éste se refracta.

### CLASES DE LENTES

**Lentes convergentes.** Son de mayor espesor en el centro que en los bordes.

**Lentes divergentes.** Son más delgadas en el centro que en los bordes.

### ELEMENTOS DE UNALENTE

**Centros de curvatura C, C'**, son los centros geométricos de las superficies curvas que limitan el medio transparente.

**Eje principal**, es la línea imaginaria que une los centros de curvatura.

**Centro óptico O**, Es el punto de intersección de la lente con el eje principal.

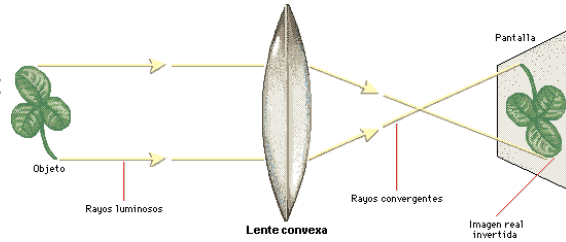
**Foco F y F'**, es el punto del eje principal por donde pasan los rayos refractados en la lente, que

proviene de rayos paralelos al eje principal.

**Distancia focal  $f$  y  $f'$** , es la distancia entre el foco y el centro óptico.

**Imágenes producidas por las lentes.**

La construcción de imágenes en las lentes, se realizan aplicando las tres propiedades siguientes:



1. Todo rayo paralelo al eje principal se refracta pasando por el foco.
2. Todo rayo que pasa por el centro óptico, no se desvía.
3. Todo rayo que pasa por el foco se refracta paralelo al eje principal.

Siendo:

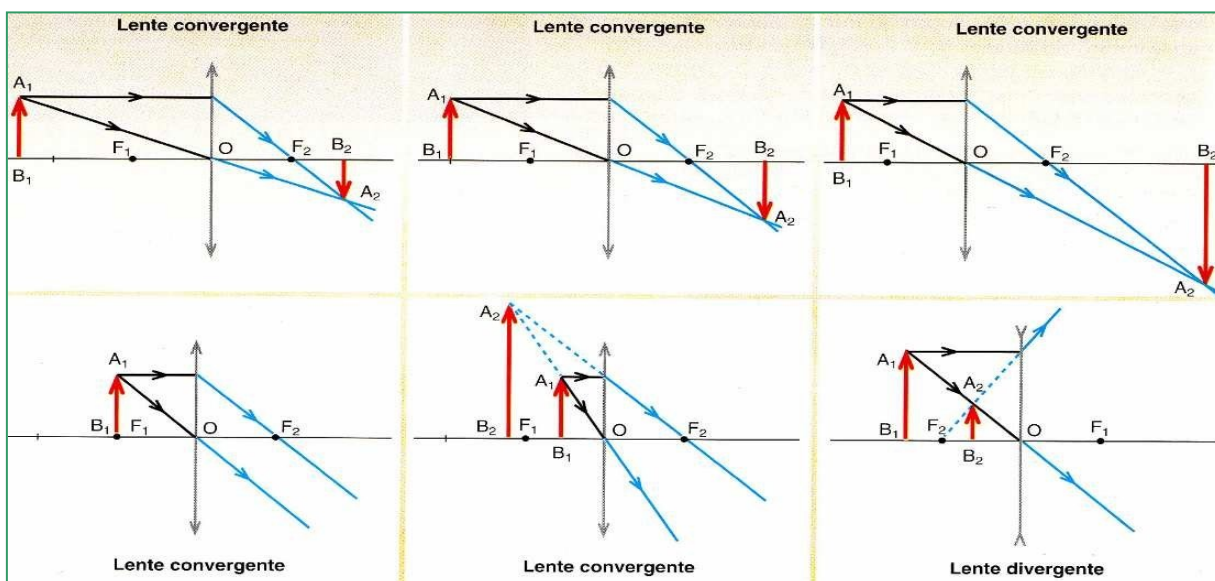
$s$  = distancia del objeto a la lente. Por convenio le tomamos siempre  $< 0$

$s'$  = distancia de la imagen a la lente

$f$  = distancia focal imagen

- Si la lente es convergente,  $F'$  es un foco real y  $f' > 0$
- Si la lente es divergente,  $F'$  es virtual y  $f' < 0$

Clase de lente	Situación del objeto	Características de la imagen
Convergente	$s > 2f$	Real, menor e invertida
Convergente	$s = 2f$	Real, igual e invertida
Convergente	$f < s < 2f$	Real, mayor e invertida
Convergente	$s = f$	No se forma imagen
Convergente	$s < f$	Virtual, mayor y derecha
Divergente	En cualquier punto	Virtual, menor y derecha



**Instrumentos ópticos**

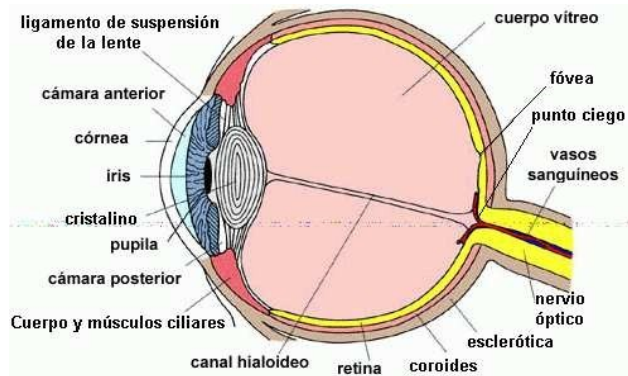
**Lupa.**- Es simplemente una lente convergente de pequeña distancia focal (entre 5 y 10 cm). Se emplea para ampliar la imagen de pequeños objetos colocados dentro de la distancia focal.



**Microscopio.**- para aumentos mayores de los que permite la lupa se recurre al microscopio. Consta de dos lentes convergentes. Una (llamada **objetivo**) se sitúa muy próxima al objeto (de ahí su nombre) que deseamos observar. La imagen formada por esta lente cae dentro de la distancia focal de otra segunda lente (llamada **ocular**), cerca de la que se sitúa el ojo. La imagen real formada por la primera lente actúa como objeto de la segunda, obteniéndose una imagen final muy aumentada.

**Telescopio.**- En los telescopios refractores (los basados en espejos se llaman reflectores), existe una lente convergente de más o menos diámetro en un extremo del tubo del telescopio. En el otro extremo se sitúa el ocular, coincidiendo en distancia con la focal de la lente principal.

### El ojo como instrumento óptico



El funcionamiento del ojo como instrumento óptico es muy parecido al de la cámara fotográfica.

El objetivo está formado por la **córnea** y el **cristalino**. Para enfocar las imágenes, el cristalino mediante un anillo de músculos varía su potencia (este procedimiento se llama **acomodación**). La **retina** es la zona sensible donde se forma la imagen; el diafragma es el **iris**, cuyo diámetro y su variación involuntaria depende de la cantidad de luz que entra en el ojo.

La imagen que el ojo produce de un objeto es real e invertida, pero el cerebro se encarga de que la veamos derecha.

El ojo con un funcionamiento normal forma la imagen de un objeto sobre la retina.

Una persona con **miopía** no ve con claridad los objetos lejanos, ya que estos se enfocan delante de la retina. La solución a este problema es la utilización de lentes divergentes.

Una persona con **hipermetropía** no ve con claridad los objetos cercanos, ya que estos se enfocan detrás de la retina. La solución a este problema es la utilización de lentes convergentes.

