

INSTITUCIÓN EDUCATIVA FE Y ALEGRÍA AURES

GUÍA DIDÁCTICA TERCER PERIODO – FÍSICA

IDENTIFICACIÓN						
DOCENTE	Mauricio Castro López			GRADO	11º	
TIPO DE GUÍA:	REPASO		INFORMATIVA	x	EJERCITACIÓN	x
DURACIÓN	Semana 21 - semana 29					
INDICADORES DE DESEMPEÑO	Identifica las principales características de las ondas estacionarias y viajeras y su aplicación a la solución de problemas Reconoce las características de la propagación del sonido y los aplica a la solución de ejercicios prácticos.					
CONTENIDOS	Acústica Características del sonido. Efecto Doppler. Cuerdas. Tubos sonoros. Óptica Naturaleza de la luz. Características de la luz. Instrumentos ópticos.					

ACÚSTICA

Naturaleza del sonido

El sonido es una onda longitudinal y mecánica, es decir, que necesita un medio material para su propagación. Por ejemplo, al golpear una mesa, es posible escuchar el golpe debido a que se hace vibrar la mesa y esas vibraciones se propagan en el aire (medio material) hasta ser captados por el oído.

Velocidad del sonido

Como en todas las ondas, la velocidad del sonido depende de las características del medio donde se propaga. Estos factores son la compresibilidad y la densidad. Además de estos factores, en los gases se consideran la masa molecular del gas y la temperatura.

Velocidad del sonido en varios medios

Medio	Velocidad del sonido (m/s)
Aire (0 °C)	331
Aire (15 °C)	340
Aire (100 °C)	336
Hidrógeno (0 °C)	1.290
Agua (25 °C)	1.490

Temperatura: en los gases ocurre que, a mayor temperatura, mayor es la velocidad, ya que al aumentar la temperatura, la rapidez de las moléculas del medio aumenta, lo que ocasiona un incremento en la rapidez de la propagación. Experimentalmente se ha comprobado que, para temperaturas comprendidas entre 0 y 35 °C, la velocidad del sonido aumenta 0,6 m/s por cada grado Celsius que aumente la temperatura. A 0 °C, la velocidad del sonido en el aire es 331 m/s, luego la expresión que relaciona la velocidad del sonido en el aire, expresada en m/s, con la temperatura, expresada en °C, es

$$v = 331 \text{ m/s} + 0,6 \text{ m/s} \cdot T \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

Características del sonido

Al comparar dos sonidos podemos establecer, entre ellos, algunas diferencias. Por ejemplo, es fácil identificar la voz de una persona cuando la escuchamos, o distinguir entre una nota alta y otra nota baja, o entre un sonido fuerte y otro sonido débil. Estas son las características del sonido conocidas como tono, intensidad y timbre.

TONO: es la característica que se refiere a los sonidos altos o agudos y a los bajos o graves. Esta cualidad se debe a la frecuencia del sonido, ya que, cuanto mayor sea la frecuencia, más agudo es el sonido y cuanto menor sea la frecuencia, más grave es el sonido. La sensibilidad del oído humano percibe sonidos cuyas frecuencias oscilan entre los 20 Hz y 20.000 Hz. Los sonidos mayores de 20.000 Hz se denominan **ultrasonidos** y los menores de 20 Hz se denominan **infrasonidos**.

INTENSIDAD: La intensidad del sonido se relaciona con lo que comúnmente se conoce como el volumen del sonido. Lo cual permite diferenciar los sonidos fuertes de los débiles.

Definición: La intensidad del sonido es la energía que transporta una onda por unidad de tiempo y de área, y es proporcional al cuadrado de su amplitud.

La potencia sonora es la energía emitida por el foco sonoro en un segundo y la intensidad es la potencia transmitida por unidad de superficie. La intensidad del sonido se mide en vatios sobre metro cuadrado (W/m^2). El nivel de intensidad de una onda sonora está dado por una escala logarítmica que compara la intensidad, I (I mayúscula), del sonido con la intensidad más baja perceptible al oído humano y se expresa como:

$$\beta = 10 \text{ dB} \cdot \text{Log} \frac{I}{I_0}$$

La ecuación se lee, letra griega beta = 10 dB · Log (I / I_0).

Donde I_0 es la intensidad correspondiente a $10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$, e I es la intensidad del sonido a la que nos referimos. El nivel de intensidad se expresa en decibeles y se denota con dB.

TIMBRE: El timbre es la cualidad del sonido que nos permite identificar el foco que lo emite. Por ejemplo, un diapasón, un violín, una flauta y un gong pueden emitir la misma nota musical, pero al comparar su registro gráfico, es fácil distinguir cuál instrumento es el que la emite.

PULSACIONES: Cuando dos tonos ligeramente diferentes en su frecuencia suenan al unísono, se presenta una fluctuación en la intensidad de los sonidos, es decir que el sonido es intenso, luego débil, después intenso, etc. A este fenómeno de interferencia se le conoce como pulsación o trémolo.

EFFECTO DOPPLER

Este efecto ocurre porque una fuente de ondas se mueve respecto a un observador, mientras que el medio en que se propaga la onda, se encuentra en reposo con respecto al observador. El observador percibe la onda irradiada por la fuente con una frecuencia diferente a la emitida. Este fenómeno se denomina efecto Doppler, en honor a su descubridor, el físico y matemático austriaco Christian Doppler (1803-1850).

Definición: Al cambio de frecuencia de las ondas debido al movimiento relativo entre la fuente y el observador se le llama efecto Doppler.

El siguiente análisis permite encontrar la relación exacta entre la frecuencia emitida por la fuente y el observador:

- Si el observador está en reposo y la fuente, que se acerca a él emite una señal, esta será percibida por el observador con una mayor frecuencia que la emitida. Entonces, la frecuencia percibida por el observador se expresa como:

$$f_0 = \frac{v}{v - v_f} \cdot f_f$$

- Si el observador se encuentra en reposo y la fuente se aleja de él, la señal emitida por la fuente se percibe con una menor frecuencia, es decir, esta será percibida por el observador con una menor frecuencia que la emitida, es decir:

$$f_0 = \frac{v}{v + v_f} \cdot f_f$$

- Si la fuente que emite la señal se encuentra en reposo y el observador se acerca a ella, la frecuencia de la señal emitida se percibe con mayor intensidad, por tanto:

$$f_0 = \frac{v + v_0}{v} \cdot f_f$$

Si la fuente se encuentra en reposo y el observador se aleja de ella, la señal emitida por la fuente será percibida con una menor frecuencia, entonces:

$$f_0 = \frac{v - v_0}{v} \cdot f_f$$

El efecto Doppler también se utiliza para calcular la velocidad de las galaxias, respecto a la tierra, a través del análisis de las frecuencias, si hay corrimiento a frecuencias menores (al rojo) la galaxia se aleja de nosotros y si el corrimiento es a frecuencias mayores (al azul) la galaxia se acerca.

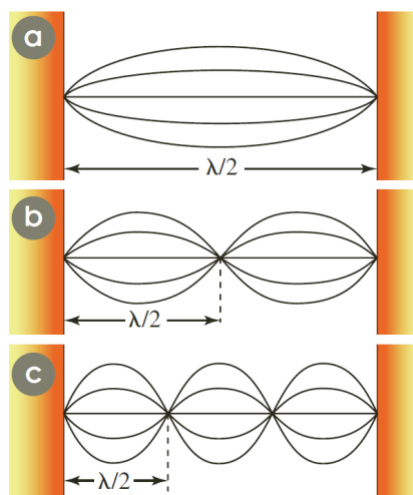
Otro uso del efecto Doppler es cuando se aplica a ultrasonidos reflejados sobre el feto. De esta manera los médicos visualizan el movimiento cardíaco, el flujo sanguíneo y los latidos del corazón del feto.

Una aplicación del efecto Doppler se observa cuando la velocidad de la fuente es igual a la velocidad de propagación de la onda. Cada vez que se emite un pulso este es producido sobre el frente de la onda anterior, pues la fuente va con la onda. Los aviones que viajan a la velocidad del sonido se llaman sónicos y el apilamiento de las crestas sobre las alas perturba el flujo del aire dificultando el control de la nave.

Cuando la velocidad de la fuente es mayor que la de la onda, cada vez que la fuente emite un pulso lo hace delante del frente de la onda anterior, la fuente le gana a la onda. Las ondas se interfieren constructivamente en las orillas y tienen forma de V; se le llama onda de proa y pareciera que es arrastrada, igual que sucede con una lancha rápida. Los aviones que viajan más rápido que el sonido se llaman supersónicos y generan una onda de choque que es como la de proa, pero en forma tridimensional; aquí se traslapan las esferas y forman un cono, cuya intensidad es grande por la interferencia constructiva. El avión vuela en forma constante y no perturbada. Imagina el impacto de una onda sonora en el observador, O' , en tierra. Este percibe un estallido en un corto tiempo, diferente al sonido producido por un avión subsónico que es un ruido prolongado y continuo.

SISTEMAS RESONANTES

CUERDAS: El sonido se produce cuando algo se mueve de un lado a otro con suficiente rapidez para enviar una onda a través del medio en que se está moviendo. En este caso, decimos que el objeto vibra. En los instrumentos musicales el sonido se produce por vibración. En el violín, por ejemplo, vibran las cuerdas; en la flauta vibra la columna de aire que está dentro del tubo del instrumento; y en los tambores, lo que vibra es la membrana sólida. Para producir los sonidos musicales es necesario tener una caja de resonancia, donde las partículas del aire vibren con mayor amplitud que la vibración original. Cuando una cuerda vibra, la caja de resonancia también lo hace y como esta tiene mayor superficie de contacto con el aire, puede producir una onda sonora mayor.



La ecuación de la frecuencia para ondas estacionarias es válida para una cuerda sometida a una tensión y material específicos que determinan el valor de la velocidad. En la unidad anterior se determinó que la velocidad de la onda en una cuerda es:

$$v = \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

Entonces, para calcular la frecuencia f_n , con que vibra una cuerda, tenemos que:

$$f_n = \frac{n}{2l} \cdot \sqrt{\frac{F_T}{\mu}}$$

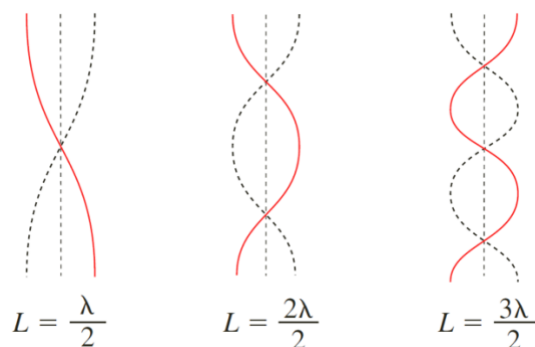
TUBOS SONOROS: En los instrumentos de viento tales como la flauta, la quena y el clarinete, o de metal como el trombón, se pueden provocar ondas estacionarias al hacer vibrar las moléculas de aire que están dentro de su cavidad o tubo sonoro.

Definición: Un tubo sonoro es un tubo largo y delgado cuya columna de aire contenida resuena según una vibración particular que recibe desde la parte abierta del tubo.

Una vez se produzca la vibración por medio de los labios o por medio de la lengüeta del instrumento, la onda sonora sufre reflexiones con las paredes del tubo y se producen interferencias formando ondas estacionarias, de tal forma que en sitios específicos del tubo siempre se forman rarefacciones de aire, es decir, los nodos, y en otros, compresiones de aire, es decir, los valles. Existen dos clases de tubos sonoros, los tubos abiertos y los tubos cerrados.

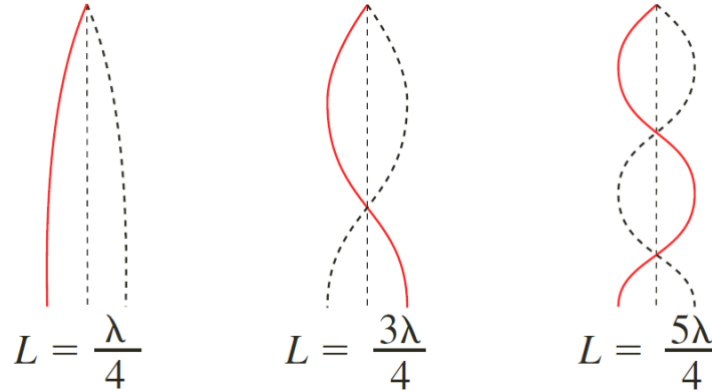
Tubos abiertos

Los tubos abiertos son tubos sonoros cuyos extremos son abiertos. Aunque en un tubo abierto las ondas son longitudinales, se representan como se observa en la siguiente Imagen para describir con mayor claridad dónde se encuentran los nodos y dónde los vientres.



Tubos cerrados

Los tubos cerrados son aquellos tubos sonoros con un extremo abierto y el otro cerrado. En la siguiente Imagen 29 se representan los diferentes armónicos formados por los tubos cerrados, en los cuales se produce un nodo en el extremo cerrado y un vientre en el extremo abierto.



ACTIVIDAD #1

1. Relaciona cada definición con su concepto.
 - a. Ondas que tienen un aumento de presión y, luego, una disminución que se propaga a las demás regiones del medio.
 - b. Característica que permite diferenciar los sonidos graves de los agudos.
 - c. Característica que permite diferenciar los sonidos fuertes de los débiles.
 - d. Unidad de medida utilizada para medir la intensidad del sonido.
 - e. Característica para distinguir los sonidos emitidos por dos fuentes aún si tienen otras características idénticas.
 - f. Ondas que se forman alineándose para generar un sonido mayor.

Conceptos: Intensidad. Ondas de presión. Decibeles. Ondas de choque. Timbre. Tono.

2. Ordena de menor a mayor los diferentes medios según la propagación del sonido en ellos. Explica tu respuesta.
 - a. Metal.
 - b. Aire frío.
 - c. Aire caliente.
 - d. Arena.

Responde las preguntas 3 y 4 de acuerdo con la siguiente lectura.

La **ecolocalización** es un sistema por el cual algunos animales, como murciélagos y delfines, emiten vibraciones sonoras para comunicarse con el mundo que los rodea. El eco del sonido emitido les permite determinar la posición en que se produjo la reflexión. Para ecolocalizar presas pequeñas, es necesario usar ondas cuya longitud sea igual o más pequeña que estas. Por ello, los animales que emplean este método de orientación emiten sonidos de alta frecuencia. El tipo de sonido emitido varía según la especie, pero tiene un rango de frecuencias que va desde 30.000 Hz hasta 90.000 Hz. Las frecuencias altas son útiles para localizar objetos cercanos y evitar obstáculos.

3. Responde. ¿Por qué los seres humanos no emitimos ni percibimos ultrasonidos? Explica tu respuesta.
 - a. En los últimos años los científicos han estudiado la forma de ayudar a las personas ciegas por medio de la ecolocalización. ¿Cómo podría concretarse esta ayuda?
 - b. ¿Cuáles son las posibles consecuencias de la exposición al ruido excesivo?
4. Según estudios hechos por entidades dedicadas a investigar la contaminación auditiva, la mitad de los jóvenes entre los 18 y 27 años presentan algún tipo de discapacidad auditiva, normalmente por el uso excesivo de audífonos y el ruido de conciertos o discotecas.
¿Qué propondrías para evitar este tipo de daños al oído?

Determina la respuesta correcta en las preguntas 5 a 7.

5. El eco de un sonido depende de:
 - a. La interferencia.
 - b. La reflexión.
 - c. La difracción.
 - d. La refracción.
6. La velocidad de propagación de un sonido depende de:
 - a. La compresibilidad.
 - b. El tono.
 - c. La intensidad.
 - d. El timbre.
7. La rarefacción del aire ocurre:
 - a. Cuando su temperatura aumenta.
 - b. Cuando la presión del aire aumenta.
 - c. Cuando disminuye la densidad del aire.
 - d. Cuando su temperatura y presión disminuyen.

PROBLEMAS

1. Calcula la distancia a la que se produce una tormenta, si un trueno se escucha 4 segundos después de haber visto el rayo. Considera la velocidad del sonido como 340 m/s.
2. Un avión vuela sobre nosotros y el sonido tarda 5 s en llegar a nuestros oídos. ¿A qué distancia horizontal se encontrará el avión cuando escuchemos el sonido?
3. La velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s y en el agua, 1.240 m/s. Calcula la longitud de onda de una vibración a una frecuencia de 256 Hz cuando se propaga en:
 - a. el aire.
 - b. el agua.
4. Dos personas están situadas a una distancia de 1,1 km. Una de ellas hace explotar un petardo y la otra mide el tiempo transcurrido, que resulta ser de 3 s.
 - a. Calcula el tiempo que tarda el sonido en recorrer la distancia entre ambas personas y compáralo con el dato del enunciado.
 - b. Razona si durante el desarrollo de la experiencia sopla viento a favor o en contra.
5. Los observadores *A*, *B*, *C* y *D* se encuentran a diferentes distancias de una fuente sonora de 25.000 W. El observador *A* se encuentra a 100 m. En el mismo eje que *A* se encuentra *B* a 150 m. perpendicular a la fuente y al eje de *A* y *B* se encuentra *C* a 250 m. el observador *D* se encuentra a 150 m en el eje *x* y 250 en el eje *y* de la fuente. ¿Cuál es la intensidad con la que cada observador percibe el sonido producido?
6. Un automóvil con una velocidad constante de 72 km/h se aproxima a un observador que está parado en el andén. Si el auto hace sonar la bocina con una frecuencia de 720 Hz y se sabe que la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s, ¿qué frecuencia percibe el observador?

ÓPTICA

La naturaleza de la luz

El estudio de la luz ha ocupado a la comunidad científica desde hace muchos siglos. A lo largo del tiempo, sólo dos teorías han sido refutadas, una en contra de la otra. Una de estas teorías indica que la luz está compuesta por partículas que viajan en línea recta, mientras la otra defiende el hecho que la luz presenta un comportamiento ondulatorio.

- Aproximadamente en el siglo IV a.C. los seguidores de **Demócrito** favorecían la teoría que enunciaba que los cuerpos visibles emitían un flujo de partículas llamado luz. Mientras la corriente aristotélica explicaba que la luz era un pulso emitido por los cuerpos visibles.
- Durante la segunda mitad del siglo XVII, el estudio de la naturaleza de la luz cobró gran importancia entre los científicos de la época. En este contexto, **Isaac Newton** consideró que la luz estaba compuesta por pequeñas partículas denominadas corpúsculos; los corpúsculos se mueven en línea recta y a gran velocidad. Bajo este postulado, Newton construyó la **teoría corpuscular**, con la cual logró explicar los fenómenos de la reflexión y de la refracción de la luz, aunque para este último supuso que la velocidad de la luz aumenta al pasar de un medio menos denso a uno más denso. Como en aquella época no era posible medir la velocidad de la luz, sólo hasta 1850 el físico **Jean Bernard Foucault** demostró, vía experimental, la falsedad de este hecho.
- Paralelamente a la teoría corpuscular de Newton, en 1678, surgió la **teoría ondulatoria** de la propagación de la luz, divulgada por **Christian Huygens** y **Robert Hooke**. En ella se consideraba la existencia de un material denominado **éter**, que cubría todo el universo y por el cual se propagaba la luz. De esta manera, Huygens explicó con bastante sencillez las leyes de la reflexión y de la refracción de luz, así como la doble refracción que exhiben algunos minerales y la lentitud con la que se propaga la luz en los medios más densos, contrario a lo expuesto por Newton.

Aunque la teoría ondulatoria de Huygens explicaba algunos fenómenos observados por Newton, en particular los colores que se formaban en películas delgadas, casi toda la comunidad científica decidió respaldar los fundamentos de Newton, quien para aquella época era considerado como una gran celebridad. Por tanto, la teoría corpuscular se consideró correcta durante todo el siglo XVIII.

- Al comienzo del siglo XIX, surgió nuevamente la polémica entre la teoría corpuscular de Newton y la teoría ondulatoria de Huygens. El inglés **Thomas Young** (1773-1829), quien realizó una serie de experimentos sobre la interferencia y la difracción inclinó la balanza de manera definitiva del lado de la naturaleza ondulatoria de la luz, solucionando así la controversia sobre la dualidad onda-corpúsculo con relación a la naturaleza de la luz.

- Dichas conclusiones fueron reforzadas por los trabajos realizados por el francés **Augustin-Jean Fresnel** (1788-1827), quien además del desarrollo de las bases matemáticas de la teoría ondulatoria, demostró que la propagación rectilínea de la luz, era consecuencia del valor extremadamente pequeño de la longitud de onda de las ondas luminosas.
- El respaldo final a la naturaleza ondulatoria de la luz se produjo a mediados del siglo XIX. En primer lugar gracias a la medición de la velocidad de la luz realizada por Foucault y posteriormente, a la predicción de la existencia de las ondas electromagnéticas realizada por **James Clerk Maxwell** (1831-1879), el cual sugirió que la luz representaba una pequeña porción del espectro de ondas electromagnéticas, aquella cuyo intervalo de longitudes de onda era capaz de impresionar el ojo humano.
- La explicación de Maxwell fue confirmada por **Heinrich Rudolf Hertz** (1857-1894), quien generó ondas electromagnéticas a partir de circuitos eléctricos (radioondas), las cuales presentaban los mismos fenómenos de reflexión, refracción, polarización y difracción de la luz.
- A pesar de que se ponía fin a la polémica sobre la naturaleza de la luz, aún faltaba revisar el antiguo concepto del éter. **Albert Michelson** (1852-1931) y **Edward Morley** (1875-1955) realizaron un experimento cuyo objetivo era calcular la velocidad de la Tierra con respecto al éter. Debido a que el experimento realizado no mostraba que la Tierra tuviera una determinada velocidad con respecto al éter, se supuso que la Tierra, en su movimiento, arrastraba la capa de éter que la rodeaba. Sin embargo, este experimento no presentó las propiedades del éter, sino que puso en evidencia que su existencia era altamente improbable.
- Por otro lado, Albert Einstein (1879-1955) proponía la teoría de los cuantos de luz (actualmente denominados fotones), en la que explicaba que los sistemas físicos podían tener tanto propiedades ondulatorias como corpusculares. Este concepto lo utilizó para explicar el efecto fotoeléctrico descrito por Hertz.

De esta manera, se cierra el círculo de la naturaleza de la luz que se podría resumir en la siguiente conclusión fundamental:

Definición: La luz se comporta como una onda electromagnética en todo lo referente a su propagación, sin embargo se comporta como un haz de partículas (fotones) cuando interacciona con la materia.

La velocidad de la luz

Las primeras estimaciones sobre la velocidad de la luz fueron realizadas por los antiguos griegos, para quienes la luz se propagaba de manera instantánea, es decir, que el tiempo empleado en desplazarse desde la fuente hasta el observador es tan corto que se podría considerar su velocidad infinita.

$$c = \frac{3 \times 10^8 \text{ Km}}{22 \text{ min} \cdot 60 \text{ s}} = 2,27 \times 10^8 \text{ m/s}$$

En 1729, el astrónomo británico James Bradley calculó la velocidad de la luz a partir de la diferencia entre la posición observada de una estrella y su posición real, debido a la combinación de la velocidad del observador y la velocidad finita de la luz. Este fenómeno denominado aberración de la luz, le permitió obtener un valor de $c = 3,04 \times 10^8 \text{ m/s}$.

IMÁGENES POR REFLEXIÓN

Una de las aplicaciones más comunes de la óptica geométrica es la formación de imágenes por superficies reflectoras. Los espejos planos son de uso cotidiano y decorativo, pero también existen espejos cuyas superficies son esféricas, los cuales forman imágenes de características diferentes a las formadas por los espejos planos. Para entender las diferencias en la formación de imágenes, consideraremos las leyes de la reflexión de la luz.

Espejos planos

Toda superficie lisa y plana que refleje la luz especularmente, es decir, que refleje en una sola dirección un haz de rayos paralelos se denomina **espejo plano**.

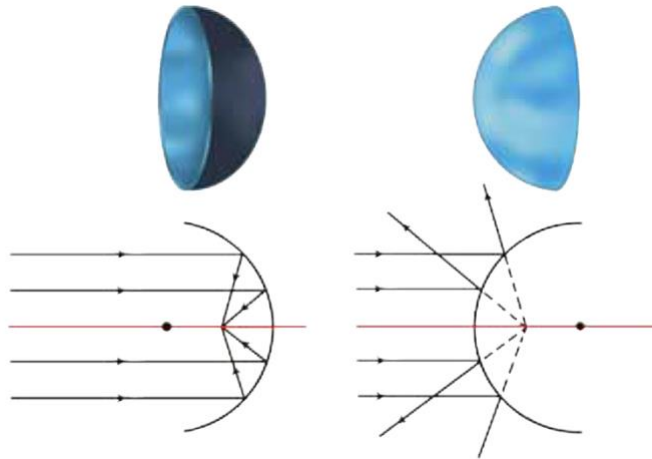
Si se tiene en mente la imagen que se forma en un espejo plano, se observa que cada rayo proveniente del objeto se refleja siguiendo la ley de la reflexión: $i = r$.

Las características de esta imagen son:

- Para un observador la luz parece provenir de una imagen ubicada detrás del espejo.
- La distancia d_o del objeto al espejo es igual a la distancia d_i de la imagen al espejo.
- Tiene una inversión lateral con respecto al objeto.
- Siempre es derecha, es decir nunca aparece invertida.
- El tamaño de la imagen h_i es el mismo tamaño del objeto h_o .

Espejos esféricos

Los espejos esféricos son casquetes de superficies esféricas regularmente reflectoras. De acuerdo con la cara del casquete por donde incide la luz, el espejo puede ser cóncavo o convexo. En un espejo cóncavo la superficie reflectora es la parte interior de la superficie esférica. En uno convexo, la luz incide por la parte externa de la superficie esférica. Tal como lo muestra la siguiente Imagen.



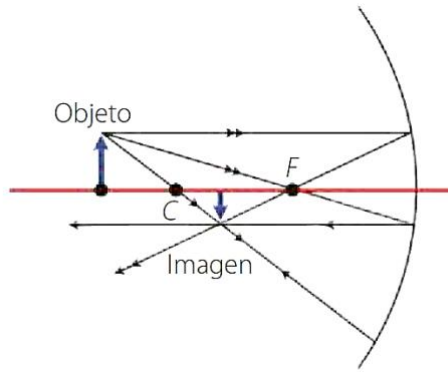
Tanto en los espejos cóncavos como en los convexos, se distinguen los siguientes elementos, que se señalan en la Imagen anterior:

- **Radio de curvatura, R (R mayúscula)**, que es el radio de la esfera a la cual pertenece el casquete.
- **Centro de curvatura, C (C mayúscula)**, punto central de la esfera.
- **El vértice, V (V mayúscula)**, es el centro topográfico del casquete esférico.
- **El eje óptico** es la línea recta que pasa por el centro de curvatura y el vértice.
- **El foco, F (F mayúscula)**, del espejo es el punto medio entre el centro de curvatura y el vértice. A la distancia entre el foco y el vértice del espejo se le conoce como distancia focal (f), así que:

$$f = R/2$$

Construcción de imágenes en espejos cóncavos

La superficie interna de una cuchara es un espejo cóncavo. Cada rayo que incide sobre su superficie cumple con la ley de reflexión. Es como si un número muy grande de espejos pequeños y planos se montaran sobre la superficie esférica, en donde, cada espejo plano es perpendicular al radio de la circunferencia a la que pertenece.



Para determinar las imágenes de objetos en los espejos cóncavos, resulta práctico trazar los rayos notables que provienen del extremo superior del objeto. En este caso, el objeto se localiza entre el infinito y el centro de curvatura C . Observa cómo los tres rayos notables reflejados se intersecan en un mismo punto. En este punto, se localiza la imagen del extremo del objeto. La distancia entre el punto y el eje óptico equivale al tamaño o altura de la imagen. Para este ejemplo, la imagen se localiza en el mismo lado del objeto con respecto al espejo, se dice entonces que la imagen es real y para observarla se debe recoger en una pantalla, ubicada en ese mismo punto.

Esta imagen se caracteriza porque es: real, invertida, más pequeña que el objeto y se encuentra entre el centro de curvatura C y el foco F .

ACTIVIDAD #2

1. Relaciona cada teoría sobre la luz con su autor.
 - a. Existe un medio llamado éter por donde se propaga la luz como una onda.
 - b. La luz está compuesta por pequeñas partículas denominadas corpúsculos.
 - c. Demostró de forma teórica la naturaleza ondulatoria de la luz.
 - d. La luz es un pequeño espectro de ondas electromagnéticas.
 - e. Comprobó la naturaleza ondulatoria de la luz haciendo experimentos sobre interferencia y difracción.
 - Christian Huygens.
 - Thomas Young.
 - James Maxwell.
 - Jean Fresnel.
2. El fenómeno ondulatorio que se produce por cristales que permiten que la luz pase en determinadas direcciones y en otras simplemente sea absorbida, es:
 - a. Interferencia.
 - b. Polarización.

- c. Difracción.
- d. Reflexión.

3. Cuando miramos un objeto, ¿la luz sale de los ojos o entra en ellos? ¿Qué diferencia hay entre un objeto luminoso y un objeto iluminado? ¿Ambos emiten luz?

Lee la siguiente información y luego responde:

Las primeras fotografías, llamadas heliografías, fueron hechas por el francés Niépce. Unos años después el pintor francés Jacques Daguerre realizó fotografías en planchas cubiertas con una capa sensible a la luz de yoduro de plata. Más adelante se popularizó la práctica como profesión y afición y en el siglo XX, se popularizó aún más gracias a la realización de imágenes digitales sin necesidad de película y que envían directamente la fotografía a sistemas de almacenamiento como las computadoras.

- a. ¿Qué parte de la óptica está relacionada con la fotografía?
 - b. ¿Por qué se dice que la fotografía es un excelente instrumento de documentación?
4. Hoy la mayoría de las personas cuentan con una máquina fotográfica digital. Realiza un cuadro comparativo entre una máquina fotográfica de película y una cámara digital. Señala sus ventajas y desventajas.
5. Cuando observas a través de un vidrio de una ventana hacia el exterior durante la noche, a veces vemos una imagen doble de nosotros mismos.
- a. ¿Qué fenómeno de la luz ocurre?
 - b. ¿Cuántos medios interactúan?
 - c. ¿El vidrio presenta doble interfaz de medios?
 - d. ¿Cada interfaz genera una imagen?
6. En una noche lluviosa, cuando el camino está mojado, las irregularidades de la carretera se llenan de agua. En este caso, la luz experimenta reflexión especular. Explica en qué consiste este fenómeno.
7. Si la imagen producida por un espejo esférico es real, ¿necesariamente es invertida con respecto al objeto?