

## Guía 3 Luz

La luz es un fenómeno que generalmente se define a través de nuestra percepción sensorial como “todo aquello que vemos o que nos permite ver”; no obstante, de una manera más precisa, podemos agregar que la luz visible forma parte de una pequeña fracción de las ondas electromagnéticas y cuya longitud de onda está comprendida entre los 380 nm (luz violeta) hasta los 780 nm (luz roja).

Observación: 1 nm corresponde a un nanómetro que a su vez equivale a  $10^{-9}$  m (nano =  $10^{-9}$ )

### Naturaleza y propagación de la luz

La concepción inicial que los griegos tenían de la luz, se refería a ciertos rayos compuestos por diminutas partículas energéticas que salían del ojo humano e incidían sobre los objetos observados. Posteriormente, esta hipótesis se invirtió. Estas ideas iniciales (también llamadas hipótesis de la emisión), que no tenían ningún sustento ni evidencia experimental, eran incapaces de explicar por qué ni los objetos ni el ojo pueden emitir estos rayos de luz en la oscuridad.

Fue necesario plantear otra hipótesis que caracterizó a la luz como una energía que provenía del Sol y otros cuerpos incandescentes que al “chocar” con los objetos (e iluminarlos), nos permite ver. Este es el punto de partida para el estudio de la luz.

### Modelos y teorías sobre la naturaleza de la luz

#### a. Modelo corpuscular

Hacia el año 1700, Isaac Newton propone un modelo corpuscular para la luz, en el que señala que existen diferentes partículas o corpúsculos luminosos, de acuerdo al color de la luz. En efecto, dichas partículas son emitidas por el foco luminoso y producen en el ojo la sensación luminosa. Este modelo permitía explicar algunos fenómenos y señalaba tres principios básicos:

- ✓ La trayectoria de los corpúsculos luminosos es rectilínea, y por consiguiente la trayectoria de la luz también es rectilínea.
- ✓ Al interponer un obstáculo en el camino de la luz, se impide el paso de los corpúsculos, produciéndose la sombra.
- ✓ La reflexión de la luz corresponde al choque elástico (y rebote) de los corpúsculos con una superficie reflectora.

Sin embargo, y aun cuando el modelo corpuscular era en gran medida aceptado, tenía algunas debilidades, particularmente no podía explicar lo siguiente:

- ¿Por qué no se observa pérdida de masa en aquellos cuerpos que emiten luz y, por tanto, partículas?
- ¿Por qué algunos corpúsculos se refractan y otros se reflejan?



## b. Modelo ondulatorio de la luz

Un contemporáneo de Newton, llamado Christian Huygens, propuso un modelo diferente, postulando una naturaleza ondulatoria para la luz. Su concepción de la luz como una onda, se basaba en los siguientes hechos:

- ✓ Los cuerpos emisores de luz no pierden masa.
- ✓ La propagación rectilínea de la luz y la reflexión pueden ser explicados ondulatoriamente, sin necesidad de recurrir a partículas materiales.
- ✓ La refracción también puede ser explicada a través de este modelo.

Este modelo, al igual que el de Newton dejaba algunas interrogantes, como las siguientes:

- Si la luz es una onda, requiere un medio elástico para su propagación, ¿cómo puede propagarse a través del vacío?
- Si la luz es un fenómeno ondulatorio, ¿por qué no se observan los fenómenos de difracción e interferencia?

Es importante recordar, por una parte, que las ondas electromagnéticas no eran conocidas hasta ese momento, así como no existían medios para hacer experimentos que mostraran la interferencia y difracción de la luz.

Debido en parte al gran prestigio de Newton en la comunidad científica de su época, así como a la sencillez, que fue el modelo corpuscular el que prevaleció, aún cuando sus debilidades no fueron superadas.

## c. Modelo electromagnético

A principios del siglo XIX, Young y Fresnel observaron y estudiaron los fenómenos de difracción e interferencia de la luz, revitalizando el modelo ondulatorio, ya que ninguno de dichos fenómenos podía explicarse a través del modelo de Newton. Sin embargo, no podían explicar la propagación de la luz en el vacío. En efecto, durante mucho tiempo se postuló, aunque sin mayor éxito, la existencia de una sustancia invisible llamada éter que llenaba por completo el espacio y a través de la cual podían propagarse las ondas lumínicas.

Durante la segunda mitad del siglo XIX, James Clerk Maxwell construye una teoría donde demuestra teóricamente que la luz es una onda formada por dos perturbaciones periódicas: una eléctrica y otra magnética, que no requerían un medio material para propagarse. En otras palabras, se establece la naturaleza electromagnética de la luz.

#### d. Modelo o naturaleza dual de la luz

En 1905, Albert Einstein a través de su explicación del efecto fotoeléctrico, consistente en la emisión de electrones en superficies al ser iluminadas con luz de determinadas frecuencias, recurre al modelo corpuscular para demostrar cómo la luz (onda) puede transferir energía cinética (y momentum) a los electrones (partículas) y ponerlas en movimiento.

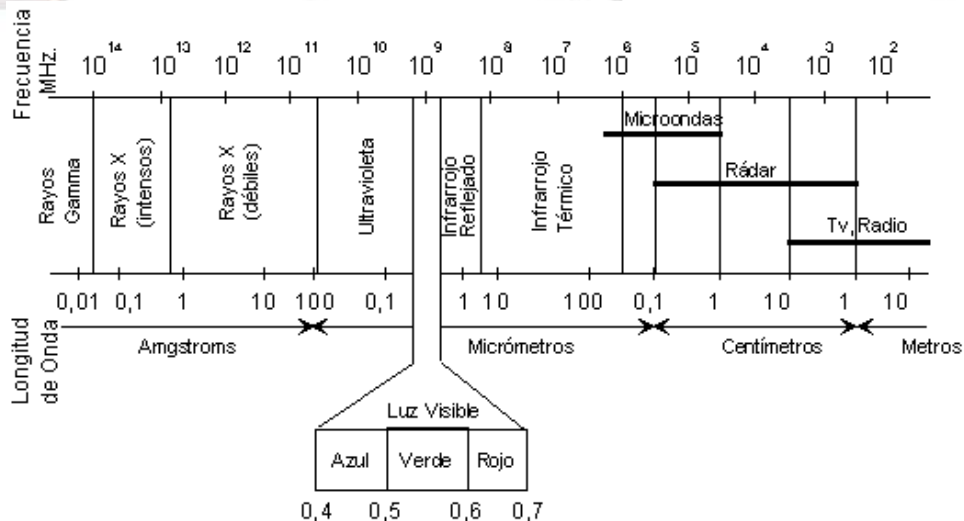
En 1924, Luis de Broglie postula el comportamiento dual de la luz, señalando que las partículas luminosas (fotones) tienen asociada una onda, de tal forma que, dependiendo del fenómeno estudiado o experimento realizado, la luz puede comportarse como una onda o bien como una partícula.

A partir de la aceptación de la naturaleza dual de la luz, se establece el **principio de complementariedad**, que señala que si en un fenómeno o experimento la luz se comporta como onda, no hay forma de observar su naturaleza ondulatoria, y viceversa. Es decir, si hacemos un experimento para demostrar la naturaleza ondulatoria de luz, esta se comportará como onda, y si por el contrario hacemos un experimento para mostrar su naturaleza corpuscular, esta se comportará como una corriente de partículas energéticas o fotones.

#### La luz y el espectro electromagnético

De acuerdo a lo señalado en los párrafos anteriores, la luz es el producto de una oscilación electromagnética, que puede propagarse en el vacío y cuya longitud de onda es muy pequeña, unos 6.500 Å para la luz roja y unos 4.500 Å para la luz azul. (1 Å = un Angstrom, corresponde a una décima de milimicra, esto es, una diez millonésima de milímetro ( $10^{-10}$  m).

Por otra parte, la luz es una pequeñísima parte del espectro electromagnético, tal como se muestra en la figura:



Más allá del rojo está la radiación infrarroja; con longitudes de ondas aún más largas las microondas de radio, y luego toda la gama de las ondas de radio, desde las ondas de centímetros de longitud, metros y decámetros, hasta las ondas largas de radiocomunicación, con longitudes de cientos de

metros y más. Por ejemplo, el dial de amplitud modulada (AM), la llamada onda media, va desde 550 y 1.600 kilohertz, que corresponde a una longitud de onda de 545 a 188 metros, respectivamente.

## Propagación y rapidez de la luz

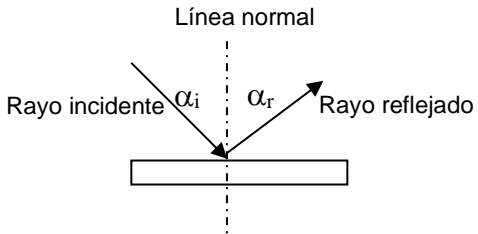
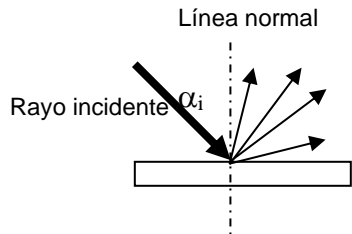
La luz emitida por las fuentes luminosas es capaz de viajar a través del vacío o de la materia, aunque no todos los medios permiten que la luz se propague a través de ellos. De acuerdo con esto, las diferentes sustancias materiales se clasifican en opacas, transparentes y traslúcidas. Aunque la luz es incapaz de traspasar las opacas, puede atravesar las otras. Las sustancias transparentes tienen, además, la propiedad de que la luz sigue en su interior una sola dirección. Este es el caso del agua, el vidrio o el aire. En cambio, en las traslúcidas la luz se dispersa de tal forma que las imágenes a través de ellas no resultan nítidas. El papel vegetal o el cristal esmerilado constituyen algunos ejemplos de objetos traslúcidos. En un medio homogéneo, la luz se propaga en línea recta. Esta característica, conocida desde la antigüedad, constituye una ley fundamental de la óptica geométrica.

La rapidez con que la luz se propaga a través de un medio homogéneo y transparente tiene un valor constante que está determinado por la naturaleza de cada medio. En la antigüedad se pensaba que la rapidez de la luz era infinita, lo que explicaba su propagación instantánea. En la actualidad se acepta la rapidez de la luz en el vacío el valor  $c = 300\,000\text{ km/s}$  ( $3 \cdot 10^8\text{ m/s}$ ). En cualquier medio material transparente la luz se propaga con una velocidad que es siempre inferior a  $c$ . Así, por ejemplo, en el agua lo hace a  $225\,000\text{ km/s}$  y en el vidrio a  $195\,000\text{ km/s}$ .

## Fenómenos luminosos

### Reflexión

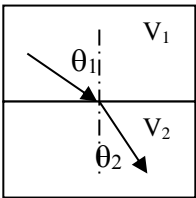
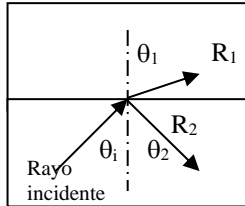
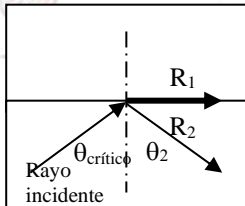
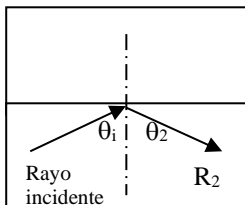
Conforme a su naturaleza ondulatoria, la luz puede experimentar reflexión, es decir, puede cambiar de dirección al incidir sobre una superficie u obstáculo. Este fenómeno es de dos tipos: reflexión especular y reflexión difusa.

Reflexión Especular	Reflexión Difusa
<p>Cuando la luz incide sobre una superficie lisa y regular, se refleja totalmente, en un ángulo de igual medida que el ángulo de incidencia. Este fenómeno es el que nos permite observar nuestra imagen en superficies metálicas o espejos.</p> 	<p>Si la superficie es irregular, refleja solo parte de la luz que le llega y además lo hace en todas direcciones. Este fenómeno, nos permite ver los objetos que nos rodean.</p> 

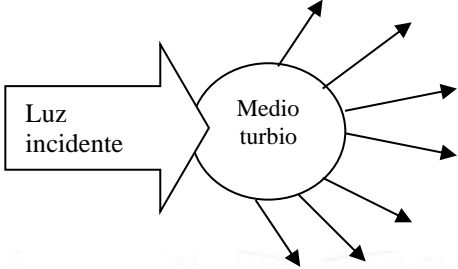
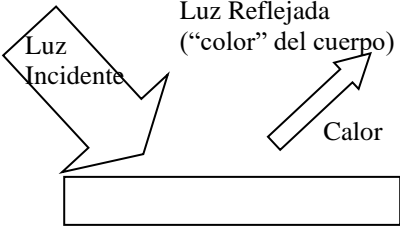
<p><b>Leyes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El rayo incidente, el rayo reflejado y la línea normal, pertenecen a un mismo plano.</li> <li>• El ángulo de incidencia es de igual medida que el ángulo de reflexión.</li> </ul>	
---	--

### Refracción

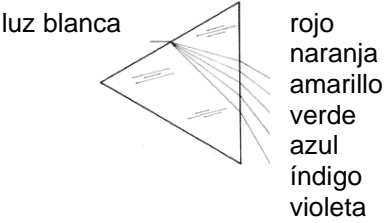
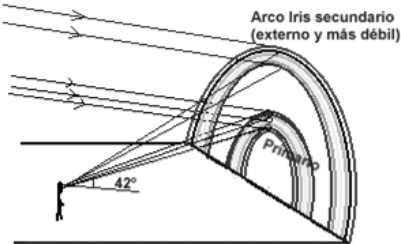
Consiste en la desviación de un rayo de luz al pasar de manera oblicua desde un medio a otro.

Ley de la refracción	Refracción y reflexión total interna
<div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><math>\theta_1 =</math> ángulo de incidencia  <math>\theta_2 =</math> ángulo de refracción  <math>V_1 =</math> Velocidad de propagación en el medio 1  <math>V_2 =</math> Velocidad de propagación en el medio 2</p> </div> </div> <p>La desviación observada en la figura, se debe a la diferencia de velocidades <math>V_1</math> y <math>V_2</math> entre los dos medios de propagación.</p> <p>En general,</p> $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\text{seno } \theta_1}{\text{seno } \theta_2}$ <p>O bien</p> $\frac{\text{seno } \theta_1}{\text{seno } \theta_2} = \frac{n_1}{n_2}$ <p>Donde <math>n_1</math> y <math>n_2</math> son los respectivos índices de refracción de los medios de propagación.</p> <p>Observación: Se define el índice de refracción o refringencia (<math>n</math>) de un medio como:</p> $n = \frac{V}{c}$ <p>Donde <math>c</math> es la velocidad de la luz en el vacío y <math>V</math> la rapidez de la luz en el medio.</p>	<p>Supongamos que un rayo de luz que viaja a través del agua se refracta hacia el aire, formando cierto ángulo:</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  </div> <p>En este caso, se observa un rayo refractado (<math>R_1</math>) y un rayo reflejado (<math>R_2</math>). Si aumentamos el ángulo de incidencia (<math>\theta_i</math>), aumentará el ángulo de refracción (<math>\theta_1</math>). Sin embargo, al alcanzar <math>\theta_i</math> un valor límite (ángulo crítico), el rayo refractado se propaga de manera paralela a la superficie que separa ambos medios.</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  </div> <p>Si (<math>\theta_i</math>) sobrepasa el valor crítico, no se observará refracción y se producirá reflexión total interna.</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  </div>

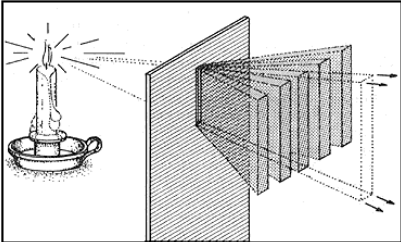
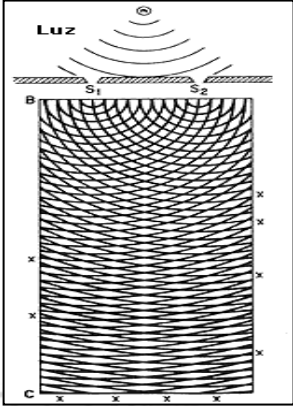
### Dispersión y absorción

Dispersión	Absorción
<p>Cuando la luz atraviesa ciertos medios semitransparentes o turbios, puede encontrarse con partículas muy pequeñas comparadas con su longitud de onda. En tal situación, la luz es absorbida y reemitida en diversas direcciones. Este fenómeno puede observarse, por ejemplo, cuando un rayo de luz atraviesa la niebla o un recipiente con leche y algunas gotas de limón.</p> 	<p>La luz puede ser absorbida debido a la baja transparencia del medio de propagación, disminuyendo así su intensidad. Del mismo modo, el fenómeno de la absorción se observa cuando la luz que incide sobre un cuerpo es reflejada solo en parte, originando la sensación de color.</p> 

### Dispersión cromática y arco iris

Dispersión Cromática	Arco Iris
<p>Cuando la luz pasa a través de un prisma, las ondas electromagnéticas que corresponden a los diferentes colores que componen la luz blanca, se refractan en direcciones distintas, de acuerdo a sus respectivas longitudes de onda.</p> 	<p>En la atmósfera, después de una lluvia, la infinidad de gotas de agua en suspensión actúan como diminutos prismas que dispersan la luz y la suma de sus efectos da lugar al arco iris. Si no se interpusiera la superficie de la Tierra en nuestro campo visual, observaríamos en vez de un arco una circunferencia completa. Del mismo modo, es necesario señalar que generalmente solo observamos el arco iris primario, pese a que generalmente se forma uno secundario y hasta uno terciario.</p> 

## Difracción e interferencia

Difracción	Interferencia
<p data-bbox="256 317 802 436">Al igual que todas las ondas, la luz se difracta al encontrarse con un obstáculo (bordeándolo) o al pasar a través de una estrecha ranura (abriéndose en abanico).</p> 	<p data-bbox="829 317 1375 558">Por otra parte, la luz monocromática que pasa a través de dos ranuras, experimenta una interferencia (al igual como ocurre con las ondas en el agua) de tal forma que al proyectarla sobre una pantalla se observan zonas de luminosidad (interferencia constructiva) y zonas de oscuridad (interferencia destructiva).</p> 

### Principio de Fermat

Este principio resulta fundamental para la óptica, y señala que de todos los caminos posibles que puede seguir la luz, para desplazarse entre dos puntos, siempre seguirá aquel por el cual tarde menos tiempo. Esto no significa necesariamente el camino más corto.

### Óptica geométrica

La óptica geométrica en particular, se encarga de describir la formación de imágenes debido a la reflexión y refracción de la luz en espejos y lentes.

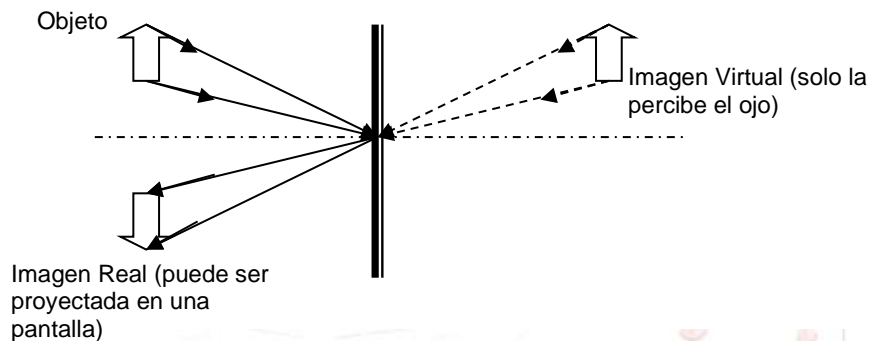
Los fenómenos estudiados por la óptica geométrica se basan en los siguientes postulados:

- i. La luz se propaga en forma rectilínea, mediante rayos o haces de luz.
- ii. La trayectoria de un rayo de luz es reversible.

## Espejos

Llamamos espejo a toda superficie opaca (que no transmite la luz) y pulimentada, de tal forma que refleja casi la totalidad de la luz que incide sobre él. Los espejos se clasifican según la forma geométrica de su superficie reflectora. Los espejos curvos pueden ser en todos los casos cóncavos o convexos, según que un observador colocado frente de la superficie especular la vea hundida o prominente.

### Espejos planos

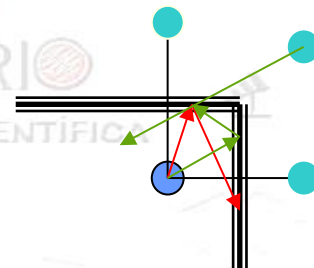


#### Observación:

Cuando nos encontramos frente a un par de espejos planos que formen un ángulo de  $90^\circ$  entre sí, observaremos tres imágenes de un mismo objeto, tal como muestra la figura adjunta.

Si el ángulo entre los espejos es  $\theta$ , entonces el número de imágenes  $n$  está dado por la siguiente regla:

$$n = \frac{360}{\theta} - 1$$

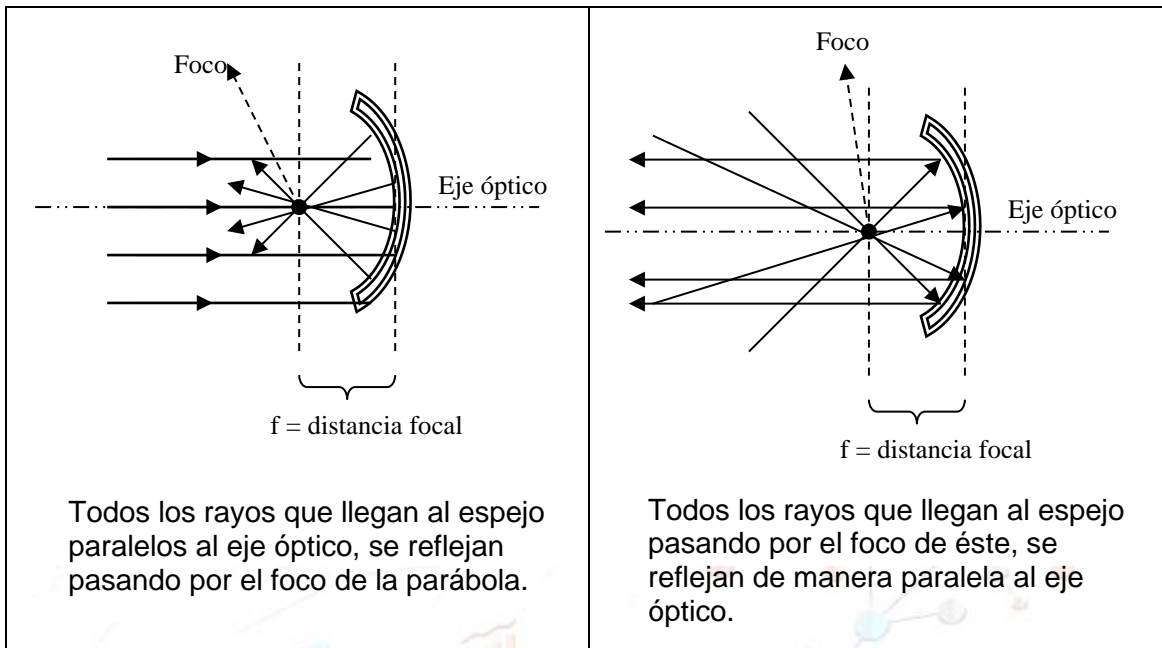


### Espejos curvos (parabólicos)

Los espejos curvos son aquellos cuya superficie especular corresponde a un casquete esférico. En un espejo esférico se denomina centro de curvatura al centro de la esfera a la que pertenece; el eje óptico, recta definida por el centro de curvatura y el observador, y el centro de la figura es el punto determinado por la intersección del eje principal y la superficie del espejo. En general, los espejos curvos se caracterizan por un punto denominado foco (F) que, en el caso del espejo cóncavo, corresponde al punto hacia el cual convergen las reflexiones de los rayos que llegan a la superficie de manera paralela al eje óptico.

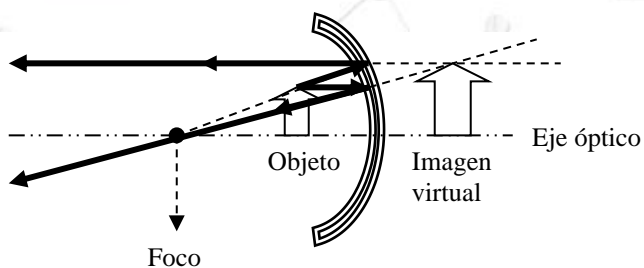


### a) Espejo cóncavo



### Imágenes formadas en un espejo cóncavo

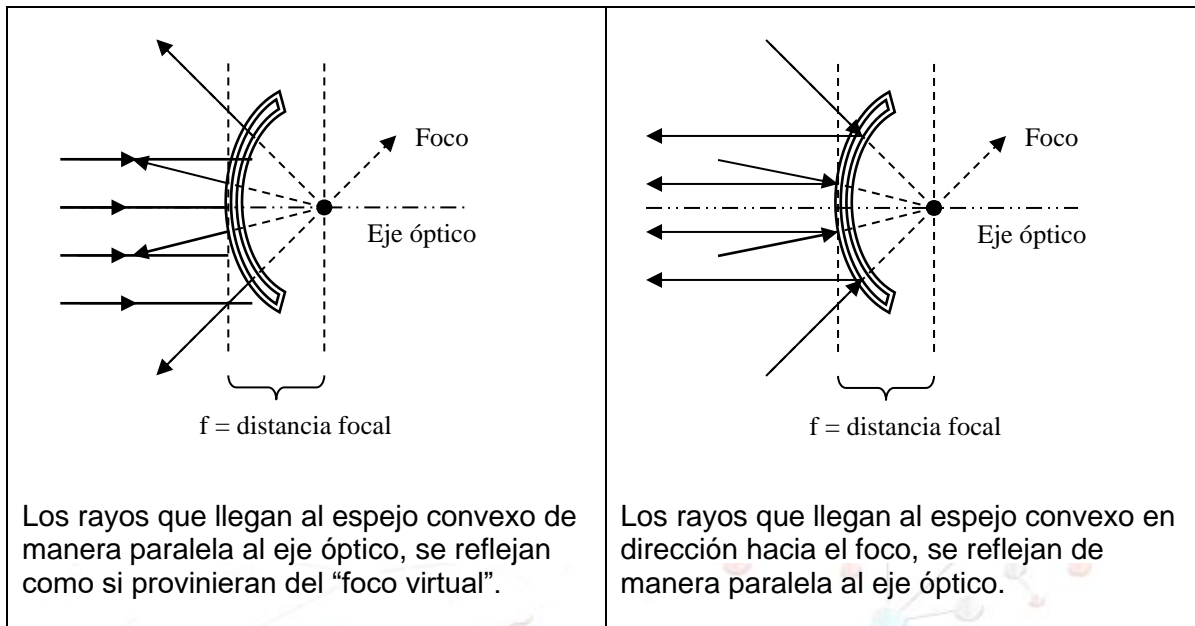
Pese a que existen infinitas posiciones posibles para ubicar el objeto, solamente describiremos el caso en el que dicho objeto es ubicado entre el espejo y el punto focal:



La Imagen que se forma es:

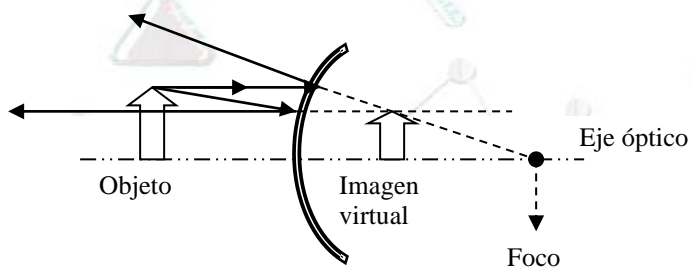
- ✓ Virtual
- ✓ Derecha
- ✓ De mayor tamaño que el objeto.

## b) Espejo convexo



## Imágenes formadas en un espejo convexo

Cualquiera sea la posición de un objeto frente a un espejo convexo, en todos los casos la imagen formada se construye de la misma manera:



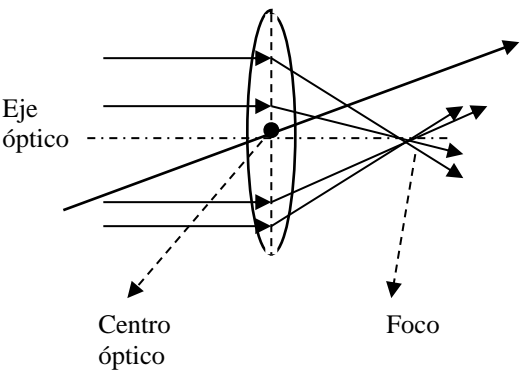
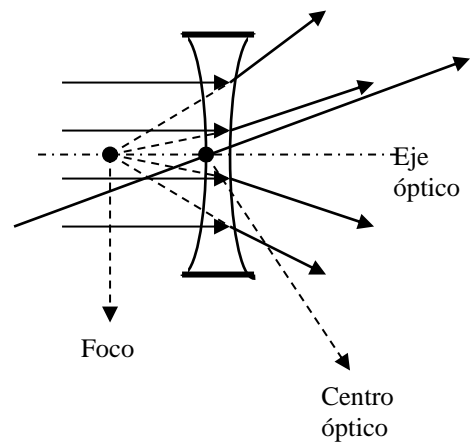
La Imagen que se forma es:

- ✓ Virtual
- ✓ Derecha
- ✓ De menor tamaño que el objeto.

## Lentes

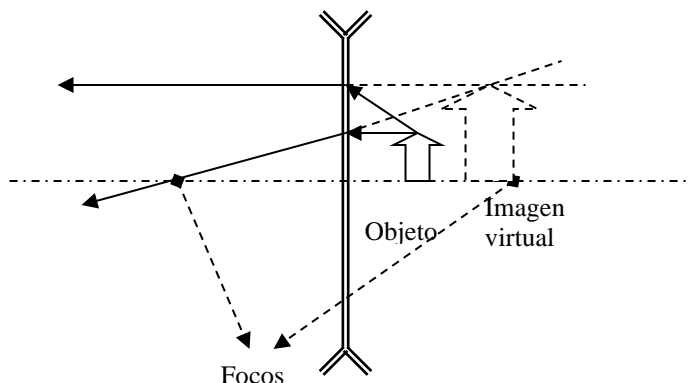
Debido al fenómeno de la refracción, los rayos de luz se desvían al entrar en un bloque de vidrio y vuelven a desviarse al salir del mismo. Ciertos cuerpos de vidrio cuya forma es muy particular, pueden formar imágenes que se ven más grandes, más pequeñas, más próximas o más alejadas que los objetos observados. En efecto, dichas imágenes se forman por el cruzamiento de los rayos refractados. En general denominamos lentes a aquellos cuerpos de vidrio u otro material transparente que son capaces de formar las mencionadas imágenes. A estos cuerpos se les denomina lentes.

Las lentes convexas son convergentes, y las lentes cóncavas son divergentes. Las lentes convergentes son más gruesas por el centro que por los extremos y concentran (hacen converger) en un punto los rayos de luz que las atraviesan. A este punto se le llama foco (F) y la separación entre él y la lente se conoce como distancia focal (f); mientras que las divergentes son más gruesas por los extremos que por el centro, y los rayos de luz divergen al atravesarla.

Lente convergente	Lente divergente
 <p>En la lente convergente, todos los rayos que llegan a su superficie de manera paralela al eje óptico se refractan hacia el foco (convergen). El rayo que pasa por el centro óptico, no sufre desviación alguna. Debido a la reversibilidad de los rayos, si estos llegan a la lente provenientes del foco, se refractan de manera paralela al eje óptico:</p>	 <p>En la lente divergente, los rayos que llegan a su superficie de manera paralela al eje óptico se refractan como si provinieran del foco (divergen). El rayo que pasa por el centro óptico, no sufre desviación alguna. De manera análoga, los rayos que llegan a la lente en dirección al foco, se refractan de manera paralela al eje óptico.</p>

### Imágenes en lentes convergentes

Aun cuando las posibles posiciones del objeto respecto de la lente son infinitas, solamente observaremos la situación en la que dicho objeto se encuentra entre el foco y la superficie de la lente. Del mismo modo, la lente la representaremos mediante una flecha doble.

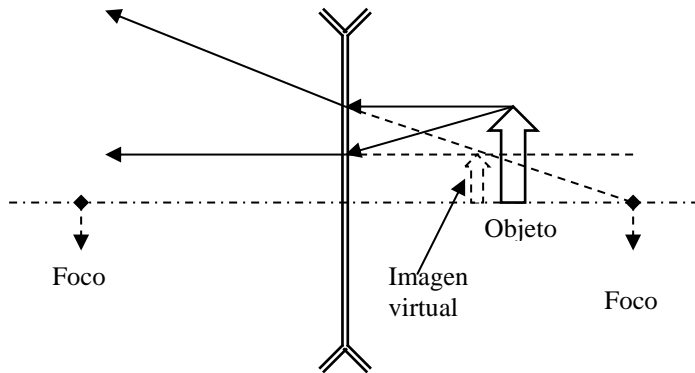


La Imagen que se forma es:

- ✓ Virtual
- ✓ Derecha
- ✓ De mayor tamaño que el objeto.

## Imágenes en lentes divergentes

Al igual que para las lentes convergentes, observaremos solamente las imágenes en que el objeto se encuentra entre el foco y la superficie de la lente.



La Imagen que se forma es:

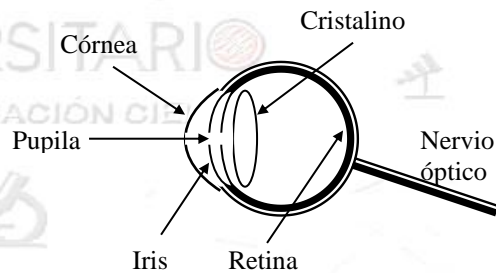
- ✓ Virtual
- ✓ Derecha
- ✓ De menor tamaño que el objeto.

## La visión humana

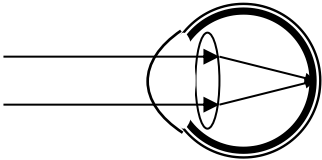
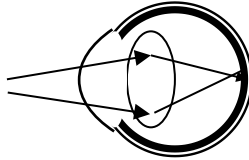
¿Cómo funciona el ojo humano?

Desde el punto de vista de la física, el ojo funciona de manera similar a una cámara fotográfica.

El iris, o la porción del color del ojo, actúa como el disparador para regular la cantidad de luz que el ojo admite. Si hay demasiada luz, el iris provocará la contracción pupilar (la niña del ojo). Si no hay bastante luz, el iris agrandará la pupila con objeto de permitir la entrada de más luz.

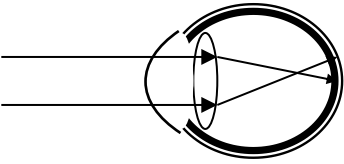
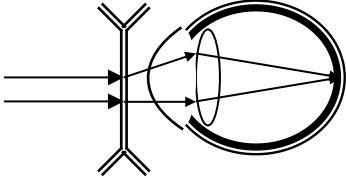


La cornea (la ventana transparente al frente del ojo) y el cristalino, localizado detrás de la pupila, sirve para enfocar los rayos de luz del objeto observado sobre la retina (la parte al fondo del ojo). La retina transmite luego el "retrato" del objeto observado al cerebro, donde el objeto es entonces "visto".

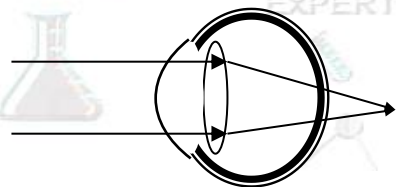
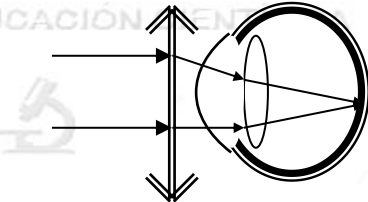
	
<p>Enfoque de un objeto lejano</p>	<p>Variación de la curvatura del cristalino para enfocar un objeto cercano</p>

## Defectos del ojo

### La miopía

 <p>Ojo miope. La imagen se forma en un punto situado antes de la retina.</p>	 <p>Corrección de la miopía mediante una lente divergente.</p>
<p>Si la curvatura de la córnea es demasiado pronunciada o la forma del ojo es alargada, los rayos de luz que entran al ojo convergen hacia un punto focal antes de alcanzar la retina. Si la luz no está enfocada directamente en la retina, la imagen que resulta es borrosa y los detalles son difíciles de distinguir. Es muy parecido a tomar una foto con una cámara desenfocada. Una persona con miopía sin anteojos puede ver objetos de cerca más claro y objetos de distancia aparecen borrosos. La miopía es una condición hereditaria que se manifiesta en la infancia, evoluciona y se estabiliza en los últimos años de la adolescencia o alrededor de los veinte años. Este defecto se corrige mediante el empleo de lentes divergentes.</p>	

### La hipermetropía

 <p>Ojo hipermétrope. La imagen se forma en un punto situado "detrás" de la retina.</p>	 <p>Corrección de la hipermetropía mediante una lente convergente.</p>
<p>Las personas hipermétropes no ven bien de cerca y tienen que alejarse los objetos. Una posible causa de la hipermetropía es el achatamiento anteroposterior del ojo que supone que las imágenes se formarían con nitidez por detrás de la retina. Las lentes convergentes sirven para corregir este defecto.</p>	

### El astigmatismo

<p>Cuando la curvatura de la córnea no es pareja (la córnea es más larga que ancha en vez de ser perfectamente esférica), el ojo no puede enfocar los rayos de luz directamente sobre un punto en la retina como puede un ojo normal. De modo que, el ojo podrá enfocar los rayos de luz en puntos múltiples anterior de y detrás de la retina. Debido al hecho que astigmatismo dificulta al ojo a enfocar, el resultado final es visión borrosa.</p>
--

## Preguntas

1. La luz es una onda de tipo:
  - A) longitudinal.
  - B) transversal.
  - C) mecánica.
  - D) estacionaria.
  - E) Ninguna de las anteriores.
  
2. Una de las debilidades de la teoría corpuscular de Newton respecto de la luz, consiste en que:
  - A) no puede explicar la propagación de la luz en el vacío.
  - B) no entrega una explicación coherente para la producción de sombras.
  - C) no explica por qué la luz se refleja.
  - D) no distingue entre reflexión difusa y reflexión especular.
  - E) Ninguna de las anteriores.
  
3. El modelo electromagnético es más completo que el modelo ondulatorio porque permite explicar:
  - A) la formación de sombras.
  - B) la refracción atmosférica.
  - C) la desviación de la luz al bordear un obstáculo.
  - D) la propagación de la luz en el vacío.
  - E) la interferencia.
  
4. Las lentes convergentes se denominan de esta forma debido a que los rayos que llegan a ella de manera paralela al eje óptico:
  - A) se refractan y pasan al otro lado en dirección al foco.
  - B) se refractan y pasan al otro lado como si provinieran del foco.
  - C) se reflejan hacia un punto denominado foco.
  - D) generan imágenes reales.
  - E) generan imágenes virtuales.

5. Si nos miramos de manera cercana en un espejo convexo, visualizaremos la imagen de nuestro rostro:
- A) de mayor tamaño e invertida respecto de nosotros.
  - B) de menor tamaño e invertida respecto de nosotros.
  - C) de mayor tamaño y “derecha” respecto de nosotros.
  - D) de menor tamaño y “derecha” respecto de nosotros.
  - E) depende de la distancia a la cual nos ubiquemos.
6. El principio de Fermat postula que:
- A) la luz es de naturaleza dual.
  - B) la luz es una onda electromagnética.
  - C) que de todos los caminos posibles en su trayectoria, la luz adopta el que toma menor tiempo.
  - D) que de todos los caminos posibles en su trayectoria, la luz adopta el más corto.
  - E) Todas las anteriores.
7. ¿Cuál de las siguientes aseveraciones es verdadera?
- A) Las imágenes reales son aquellas captadas únicamente por el ojo humano.
  - B) Las imágenes virtuales son siempre invertidas.
  - C) Las imágenes virtuales son las que pueden ser proyectadas sobre una superficie.
  - D) En la reflexión difusa, la luz se refleja en diversas direcciones.
  - E) La luz viaja más rápido en medios densos.
8. Un objeto frente un espejo cóncavo, ubicado entre el espejo y el foco, proyectará una imagen virtual que se caracteriza por ser:
- A) de mayor tamaño y “derecha” respecto del objeto.
  - B) de mayor tamaño e invertida respecto del objeto.
  - C) de menor tamaño y “derecha” respecto del objeto.
  - D) de menor tamaño e invertida respecto del objeto.
  - E) Solo se produce una imagen real e invertida en este caso.
9. El modelo ondulatorio y el modelo corpuscular para la luz, se asemejan en que cada uno de ellos explica por sí mismo los fenómenos de:
- A) refracción, reflexión y difracción.
  - B) refracción y difracción.
  - C) efecto fotoeléctrico y reflexión.
  - D) propagación rectilínea y reflexión.
  - E) efecto fotoeléctrico y refracción.

10. "... independientemente de su ubicación, para cualquier objeto ubicado frente a este dispositivo, obtendremos una imagen virtual, derecha y de las mismas dimensiones de dicho objeto". Esta descripción se refiere a:

- A) un espejo cóncavo.
- B) un espejo convexo.
- C) un espejo plano.
- D) una lente convergente.
- E) una lente divergente.

11. La hipermetropía consiste en:

- A) la pérdida de la visión debido a la edad.
- B) la disminución de la capacidad para captar los colores.
- C) la dificultad para enfocar las líneas verticales u horizontales.
- D) la dificultad para observar objetos desde lejos.
- E) Ninguna de las anteriores.

12. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- A) Los espejos convexos son convergentes.
- B) Una lente convexa es convergente.
- C) Un espejo cóncavo es divergente.
- D) Una lente cóncava es convergente.
- E) Las opciones B) y C) son verdaderas.

**Respuestas correctas:**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
B	E	D	A	B	C	D	A	D	C	E	B



## Glosario

**Modelo corpuscular:** modelo propuesto inicialmente por los griegos y sostenido por Newton. Postula que la luz se compone de una corriente de partículas energéticas.

**Fotón:** corpúsculo luminoso o partícula energética.

**Modelo ondulatorio de Huygens:** modelo que sostiene que la luz tiene una naturaleza ondulatoria similar a las ondas en el agua. Es anterior al descubrimiento de las ondas electromagnéticas.

**Naturaleza dual de la luz:** de acuerdo a la física moderna, se acepta que la luz puede comportarse como una onda o como una corriente de partículas, dependiendo de la situación o experimento que observemos.

**Espectro electromagnético:** corresponde a la totalidad de las ondas electromagnéticas, de las cuales la luz visible constituye una pequeñísima parte. Normalmente se representa desde las ondas de radio (menor frecuencia y energía) hasta los rayos gamma (de alta frecuencia y energía).

**Luz blanca:** es la luz que al incidir sobre un cuerpo e iluminarlo se observa de su “color”.

**Color:** onda electromagnética visible al ojo humano (LUZ), que va desde los  $4,6 \cdot 10^{14}$  hertz (rojo) hasta los  $7,3 \cdot 10^{14}$  hertz (violeta).

**Defectos de la visión o del ojo:** se denomina así a la miopía, hipermetropía y astigmatismo, ya que no son enfermedades, sino que malformaciones congénitas relacionadas con la forma del globo ocular.

**Imagen Virtual:** es una imagen formada por rayos “imaginarios” mediante el uso de lentes y/o espejos. Estas imágenes solo son percibidas por el ojo, pero no pueden proyectarse sobre una pantalla o superficie.

**Imagen Real:** es una imagen formada por rayos reales y que por lo tanto puede proyectarse sobre una superficie.