



# ÓPTICA

## IMAGINA QUE...

¿Alguna vez has mirado a través de un cristal de aumento? ¿Alguna vez has visto un espejo que hace que las cosas parezcan más pequeñas de lo que en realidad son? ¿Alguna vez has visto un cristal formar un arco iris en una pared?

Todas esas cosas utilizan la óptica para cambiar la luz y hacer que veas las imágenes de forma diferente.

## OBJETIVO

Esta unidad te presenta el estudio de la óptica. Aprenderás cómo la luz viaja y como algunas superficies reflejan la luz mientras otras permiten que la luz las atraviese.

## RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

Al final de esta unidad serás capaz de:

- explicar cómo viaja la luz
- explicar cómo los rayos de luz pueden ser reflejados, refractados o absorbidos
- describir diferentes medios ópticos y como su índice de refracción afecta a la luz
- hablar de cómo un prisma desvía la luz
- describir cómo una lente enfoca la luz
- explicar qué les pasa a los rayos de luz que viajan a través del centro óptico de una lente
- definir qué es una lente neutra.



## LUZ

Somos capaces de ver cuando los ojos reciben luz proveniente de un objeto y el cerebro interpreta los mensajes de luz que son recibidos por los ojos. La luz contiene mucha información sobre el objeto del que viene, incluido su color, su forma y su movimiento. El cerebro interpreta esta información, la cual nos ayuda a identificar el objeto.

Para ver nítidamente los ojos deben recibir luz y enfocarla correctamente en la retina de la parte trasera del ojo. Si un ojo no enfoca correctamente, se necesitan gafas para conseguir una visión nítida.

### **Comportamiento de la luz:**

La luz viaja desde un objeto al interior de nuestros ojos moviéndose en línea recta. A esa línea recta se le llama rayo.

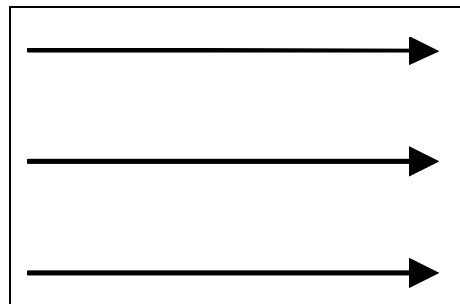
Los rayos de luz pueden ser esquematizados de forma que podamos predecir el camino que la luz tomará. A este tipo de esquema se le llama trazado de rayos. Los rayos de luz en los trazados de rayos son dibujados como líneas rectas con puntas de flecha que apuntan en la dirección en que la luz viaja.

Los rayos de luz pueden viajar en diferentes direcciones o en la misma dirección. Los tipos de luz incluyen:

- rayos de luz paralelos
- rayos de luz convergentes
- rayos de luz divergentes.

### **Rayos de luz paralelos:**

Todos estos rayos viajan en la misma dirección y están a la misma distancia.



**Figura 1: Rayos de luz paralelos.**

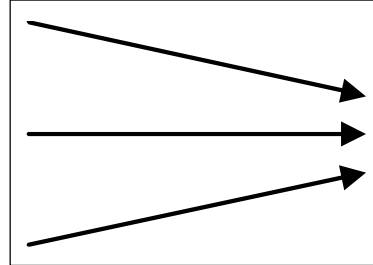


Los rayos de luz paralelos provienen de los objetos que están lejos. En óptica, todos los objetos que están a 6 metros o más se consideran lejanos. Esto significa que los rayos de luz paralelos provienen de todos los objetos que están a 6 m o más.



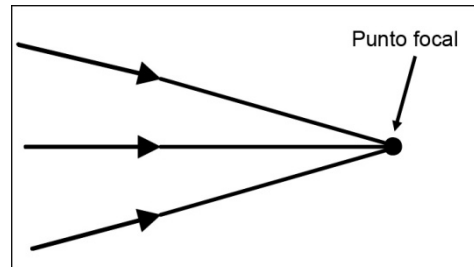
### Rayos de luz convergentes:

Estos rayos de luz viajan acercándose a los demás. Los rayos de luz convergente se encontrarán en un punto focal.



**Figura 2: Rayos de luz convergentes.**

y



**Figura 3: Los rayos de luz convergentes convergen en un punto focal.**



### Rayos de luz divergentes:

Estos rayos viajan alejándose uno del otro. Los rayos de luz convergentes provienen de un objeto que está a menos de 6 metros del ojo.

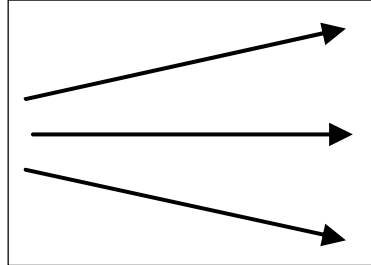


Figura 4: Rayos de luz divergentes.

y

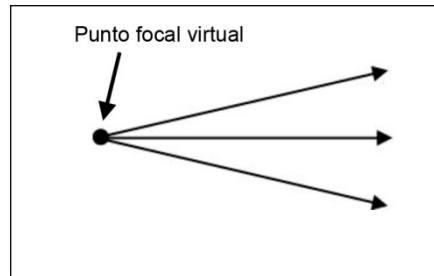


Figura 5: Los rayos de luz divergentes divergen de un objeto que está a menos de 6 m de distancia.

Los rayos de luz viajan en línea recta hasta alcanzar un objeto. Cuando alcanzan un objeto, pueden ser:

- reflejados por el objeto – a esto se le llama **reflexión** de la luz; o
- refractados por (viajar a través de) el objeto – a esto se le llama **refracción** de la luz; o
- absorbidos por el objeto.



La reflexión y la refracción pueden cambiar la dirección en la que viajan los rayos de luz.

Los rayos de luz pararán si un objeto los absorbe. Si un objeto absorbe todos los rayos de luz aparecerá de color negro.

### Medio óptico:

Los rayos de luz pueden viajar a través de cualquier material transparente. Un material transparente que permite que la luz viaje a su través se le llama medio óptico (o, simplemente, medio).

Un medio óptico puede ser un:

- gas (como el aire)
- líquido (como el agua)
- sólido (como el vidrio o el plástico transparente).

**Índice de refracción:** Cada medio óptico tiene un índice de refracción específico. El índice de refracción nos dice cómo de rápido viaja la luz a través del aire en comparación con el medio. Así pues, es una comparación entre la velocidad de la luz en el aire y la velocidad de la luz en el medio.

La luz viaja más rápido en un medio que tiene un índice de refracción bajo (como el aire) y más lento en un medio que tiene un índice de refracción elevado (como el vidrio).

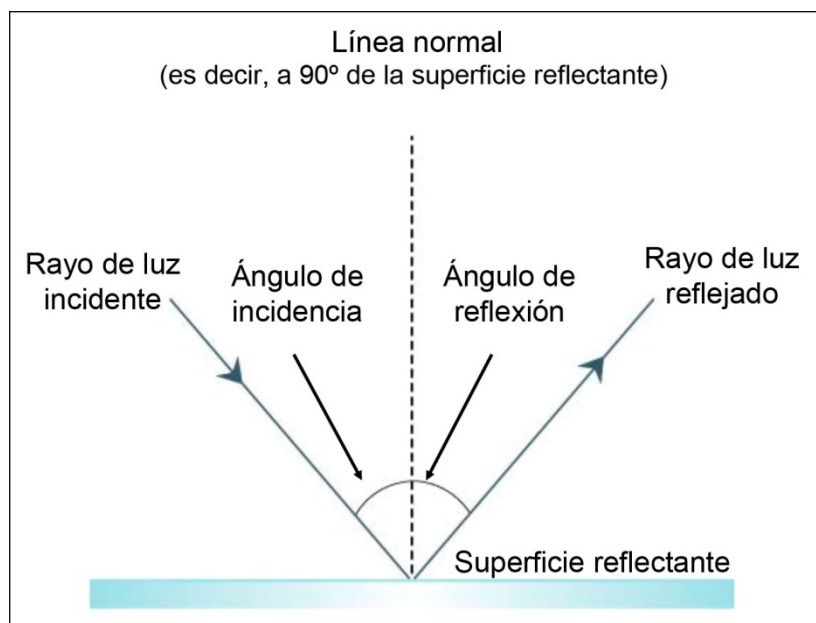
Ejemplo:

El aire tiene un índice de refracción de 1 y el vidrio tiene un índice de refracción de 1.5. Ésto significa que la luz viaja 1.5 veces más rápido en el aire que en el vidrio.

## REFLEXIÓN

Un rayo de luz rebota (como un balón rebota en el suelo) cuando incide sobre una superficie lisa reflectante, como un espejo. A ésto se le llama reflexión de la luz.

Cuando un rayo de luz entrante (también llamado rayo de luz incidente) golpea una superficie reflectante, es reflejado. Ésto significa que, a continuación, se alejará de la superficie viajando como rayo reflectado.



**Figura 6: Reflexión**



En el punto en el que el rayo de luz golpea la superficie reflectante, podemos dibujar una línea discontinua perpendicular (formando un ángulo de  $90^\circ$ ) a la superficie reflectante. Esta línea discontinua se llama línea normal (o, simplemente, normal).

El ángulo entre el rayo incidente y la normal se llama *ángulo de incidencia*.

El ángulo entre el rayo reflejado y la normal se llama *ángulo de reflexión*.



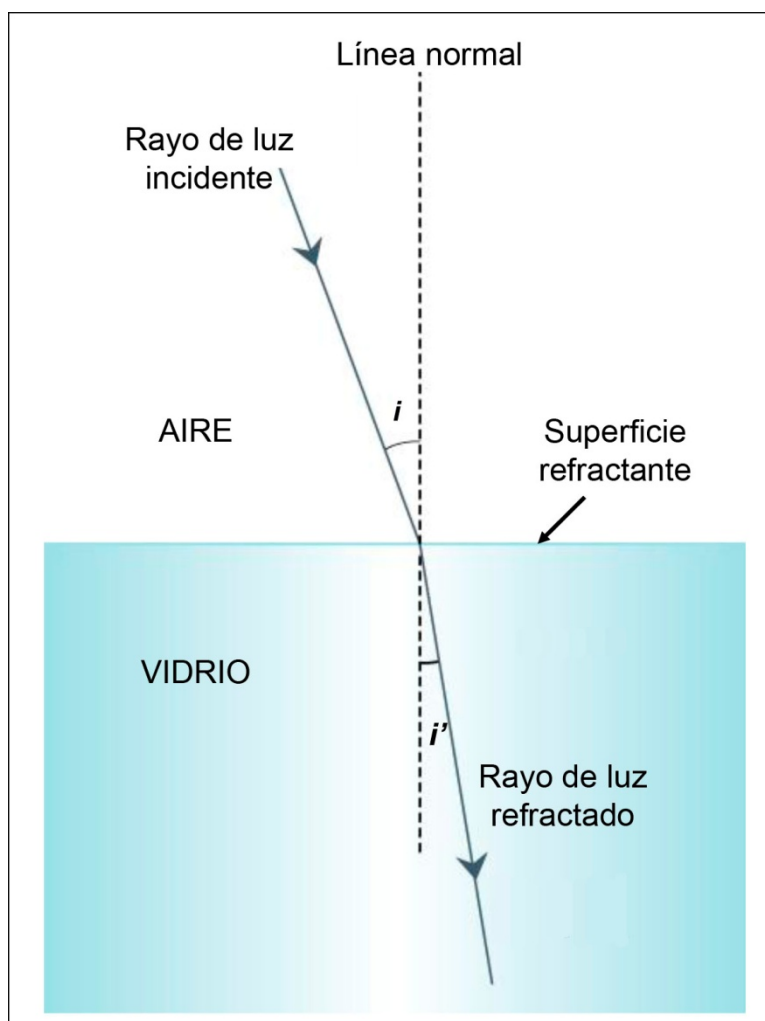
Ley de la reflexión:

Ángulo de incidencia = ángulo de reflexión

## REFRACCIÓN

A veces, en lugar de ser absorbida o reflejada por una superficie, la luz continúa su viaje dentro del nuevo medio. Un rayo de luz incidente que golpea una superficie refractante, atraviesa esa superficie y continúa como rayo refractado. El rayo refractado cambia de dirección cuando viaja a través del nuevo medio.

Podemos dibujar una línea perpendicular (a  $90^\circ$  de inclinación) a la superficie refractante en el punto en el que el rayo de luz golpea la superficie. Ésta es la línea normal (o, simplemente, normal). El ángulo entre la línea normal y el rayo de luz incidente se llama ángulo de incidencia ( $i$ ). El ángulo entre el rayo refractado y la normal se llama ángulo de refracción ( $i'$ ).



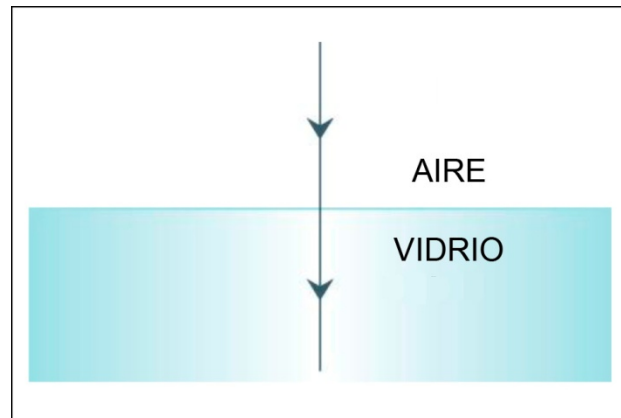
**Figura 7: Refracción.**

Un rayo de luz cambia la dirección en la que viaja cuando pasa de un medio a otro (como de aire a vidrio),— el camino del rayo de luz se desvía (se dobla). A esto se le llama refracción de la luz.



**Excepción:**

Si el rayo de luz entra en el nuevo medio de forma perpendicular (a lo largo de la misma línea que la normal), el rayo de luz pasará al nuevo medio sin cambiar su dirección.



**Figura 8:** Un rayo de luz que viaja a lo largo de la misma línea que la normal no cambiará de dirección.

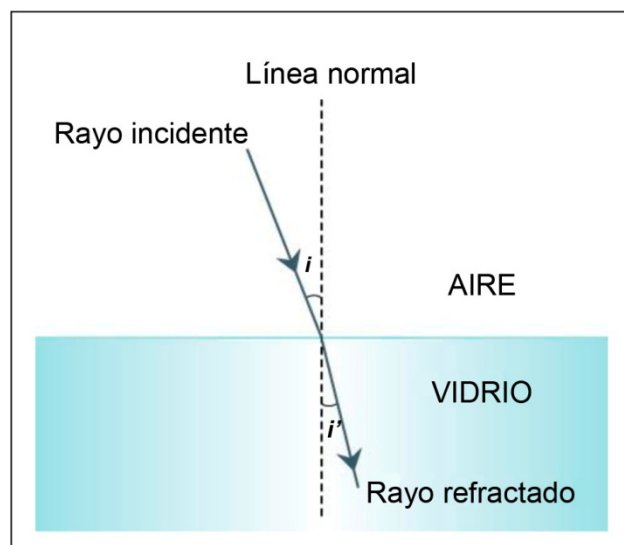
La cantidad de luz refractada (la cantidad que un rayo de luz es desviado) depende del índice de refracción del medio del que viene el rayo de luz y del índice de refracción del medio al que va.



**Un rayo de luz se refractará más si** hay una mayor diferencia entre el índice de refracción del medio original y el índice de refracción del nuevo índice.

**Un rayo de luz se refractará menos si** hay una menor diferencia entre el índice de refracción del medio original y el índice de refracción del nuevo medio.

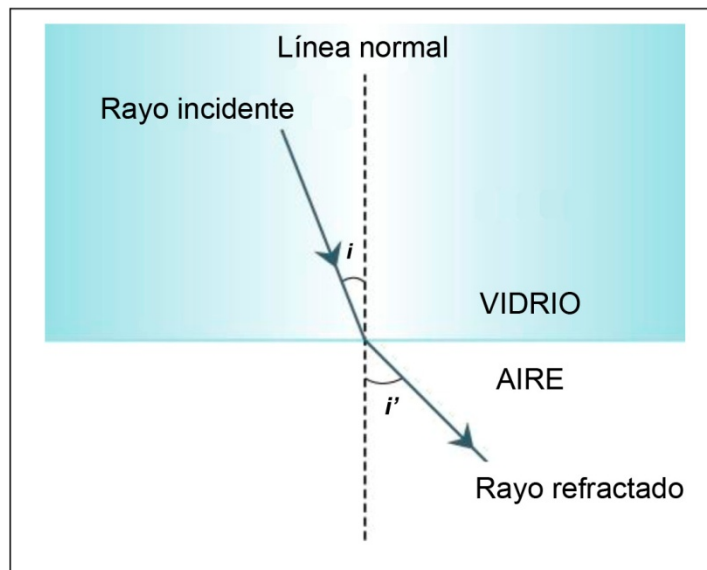
Cuando un rayo de luz viaja desde un medio con menor índice de refracción a un medio con mayor índice de refracción, el rayo de luz se desvía (se dobla) acercándose a la normal.



**Figura 9:** Luz viajando desde un medio con menor índice de refracción a otro medio con mayor índice de refracción.

Cuando un rayo de luz viaja de un medio con índice de refracción mayor a otro medio con índice de refracción menor, el rayo de luz se desvía (se dobla) alejándose de la normal.





**Figura 10:** Luz viajando desde un medio con mayor índice de refracción a un medio con menor índice de refracción.



- Si un rayo de luz viaja a un medio de **mayor índice de refracción**: el ángulo de refracción ( $i'$ ) es **menor que** el ángulo de incidencia ( $i$ ).
- Si un rayo de luz viaja a un medio de **menor índice de refracción**: el ángulo de refracción ( $i'$ ) es **mayor que** el ángulo de incidencia ( $i$ ).

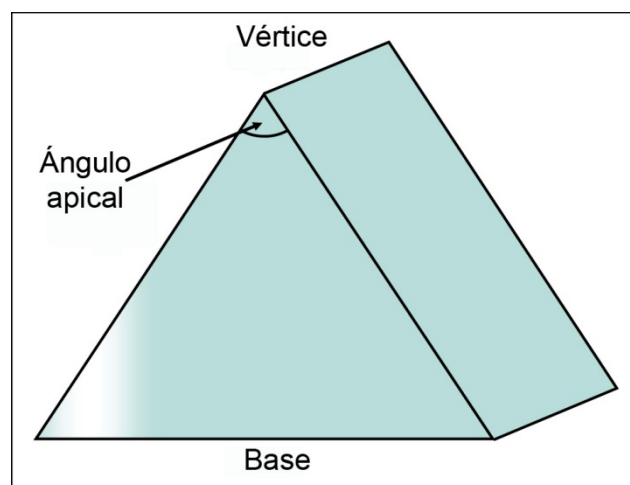


## PRISMAS

Los prismas desvían la luz. Un prisma óptico está hecho de un material transparente (como el vidrio o el plástico) que tiene un índice de refracción más elevado que el del aire.

Un prisma tiene forma de un triángulo. Una cara de este triángulo es la base del prisma y la esquina opuesta a la base se llama vértice. El ángulo del vértice se llama ángulo apical y su tamaño va a afectar a cuánto desvía el prisma la luz.

En el punto donde el rayo de luz golpea la superficie refractante, podemos trazar una línea discontinua perpendicular (a un ángulo de  $90^\circ$ ) a la superficie refractante. Ésta es la línea normal (o, simplemente, normal). Cuando un rayo de luz viaja a través del nuevo medio, en este caso un prisma, cambiará el ángulo entre la línea normal y el rayo refractado.



**Figura 11: Prisma óptico.**

### **Índice de refracción y prismas:**

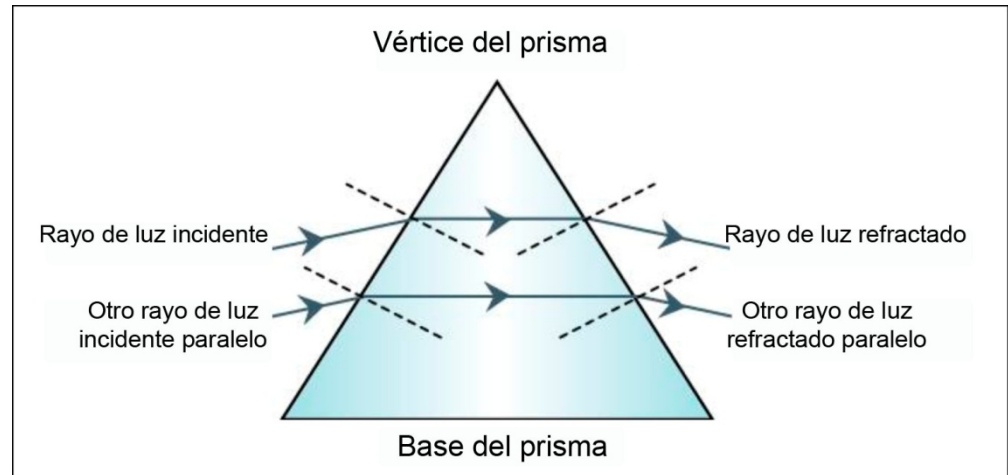


Recuerda:

- Si un rayo de luz viaja a un medio de mayor índice de refracción: el ángulo de refracción es menor que el ángulo de incidencia.
- Si un rayo de luz viaja a un medio de menor índice de refracción: el ángulo de refracción es mayor que el ángulo de incidencia.



Un prisma de vidrio o de plástico tiene mayor índice de refracción que el aire (el aire tiene un índice de refracción menor que el vidrio o el plástico). Cuando un rayo de luz incidente entra en un prisma, el rayo de luz se desvía hacia la normal en el interior del prisma y se aleja de la normal cuando se sale del prisma.



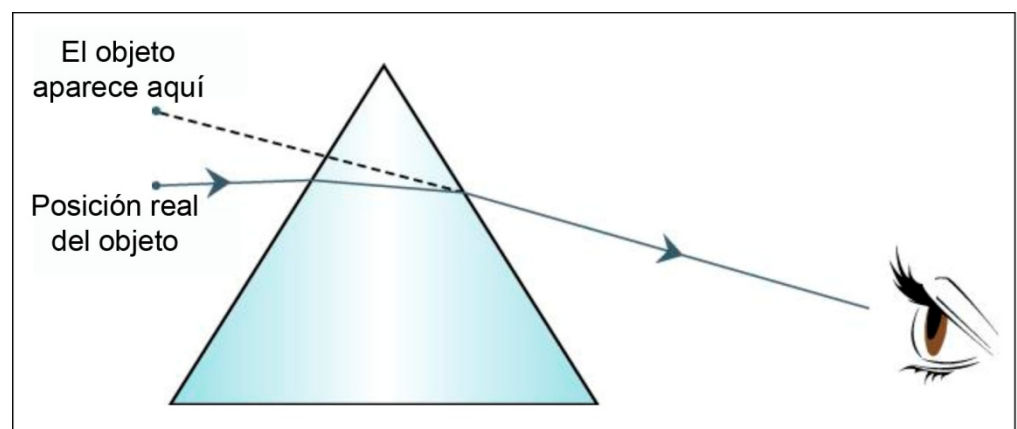
**Figura 12:** Un prisma va a desviar en la misma medida todos los rayos de luz, no importa por dónde entre el rayo de luz en el prisma. Todos los rayos de luz paralelos que entren en el prisma van a salir de él viajando en la misma dirección.



La luz que entra en un prisma siempre va a desviarse alejándose del vértice del prisma.

Un prisma **no** enfoca la luz. Si la luz entra en el prisma de forma paralela saldrá de él, por la otra cara, también de forma paralela.

**Desviación aparente:** Cuando miramos a un objeto a través de un prisma, el objeto parece que está más cerca del vértice del prisma de lo que realmente está. A esto se le llama desviación aparente del objeto.



**Figura 13:** Desviación aparente: La luz proveniente de un objeto se desvía hacia la base del prisma, pero el objeto parece moverse hacia el vértice.

## LENTES



Una lente óptica (o, simplemente, lente) es un trozo de material transparente que tiene una forma tal que refracta los rayos de luz de modo que sean enfocados en un determinado punto – llamado punto focal. Mientras los prismas sólo desvían la luz, las lentes la enfocan. Las lentes se usan para gafas, lupas, microscopios y proyectores de diapositivas.

Un proyector de diapositivas tiene lentes que pueden enfocar una imagen en una pantalla. Las lentes de gafas pueden cambiar el enfoque de los ojos de manera que la vista se vuelva más clara.

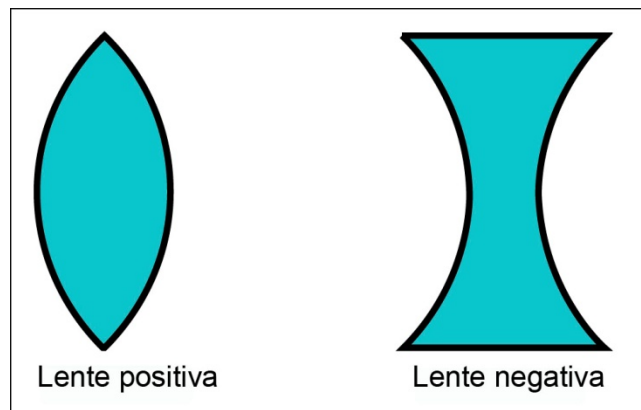


Si un ojo tiene un error refractivo (como hipermetropía, miopía, astigmatismo o presbicia), una lente de gafas puede ser usada para enfocar correctamente la luz que entra en el ojo de modo que la visión sea nítida.

Todas las lentes tienen dos superficies: una superficie frontal y una superficie trasera. Una lente debe tener al menos una superficie curvada de modo que pueda enfocar la luz.

Las lentes suelen ser de vidrio o plástico y vienen en muchas formas. Las formas más comunes de lentes son:

- **Esférica:** lentes positivas y negativas
- **Astigmática:** lentes cilíndricas y esferocilíndricas.



**Figura 14: Lentes positivas y negativas.**

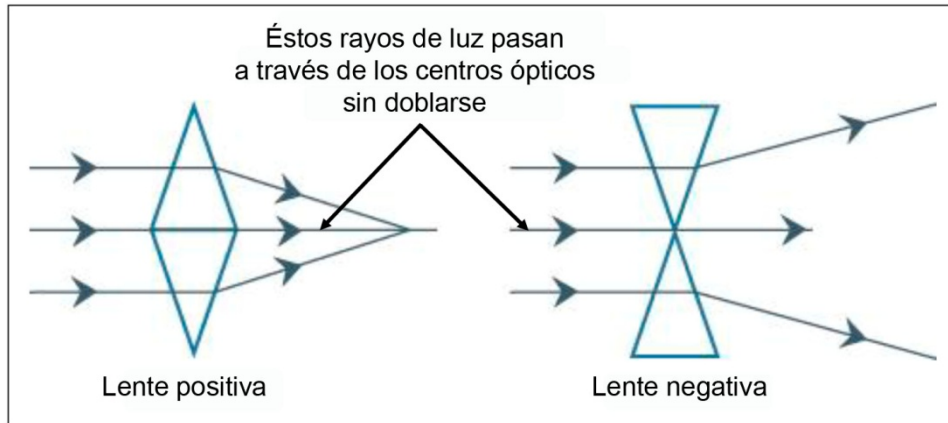
La lente positiva tiene un punto focal donde todos los rayos de luz refractados convergen y se encuentran. La lente negativa hace que los rayos de luz diverjan como si vinieran de un punto.

La lente va a desviar los rayos de luz de forma diferente dependiendo del índice de refracción del material de la lente y de por dónde entren en la lente los rayos de luz incidentes.

Aunque los prismas sólo pueden desviar la luz y no pueden enfocarla, la lente puede imaginarse como si fueran dos prismas unidos.

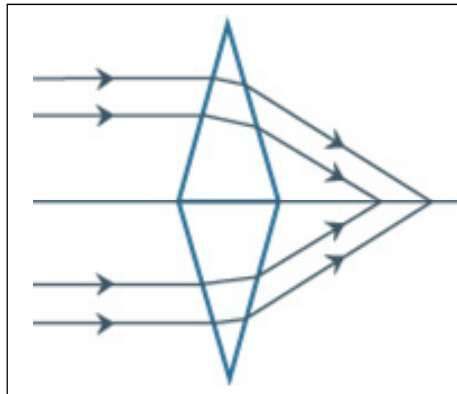


Una lente positiva es como si fueran dos prismas unidos base con base.  
Una lente negativa es como si fueran dos prismas unidos vértice con vértice.



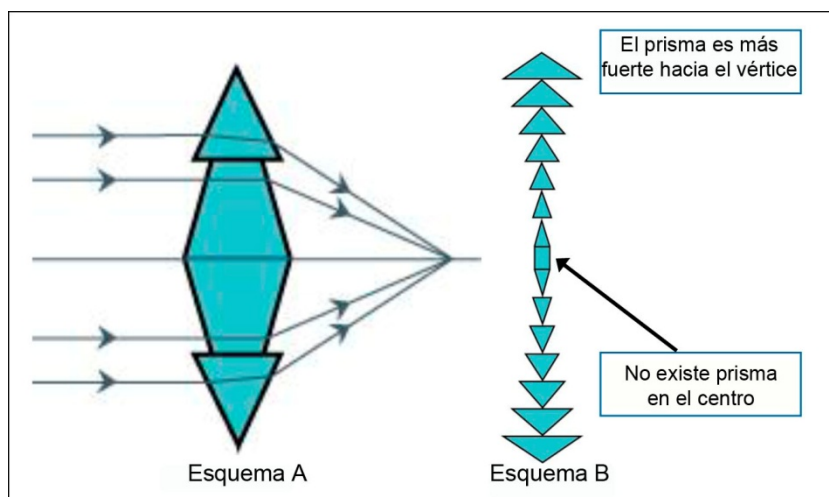
**Figura 15: Las lentes son como si fueran dos prismas que están unidos.**

Esta básica descripción de la lente nos ayuda a comprender cómo desvían la luz las lentes positivas y negativas pero no es completamente precisa. Podemos ver el problema que tiene esta explicación si añadimos algunos rayos de luz al esquema, como se ve a continuación. Aquí podemos ver que dos prismas por sí mismos no pueden enfocar la luz en un único punto, sólo desvían la luz.



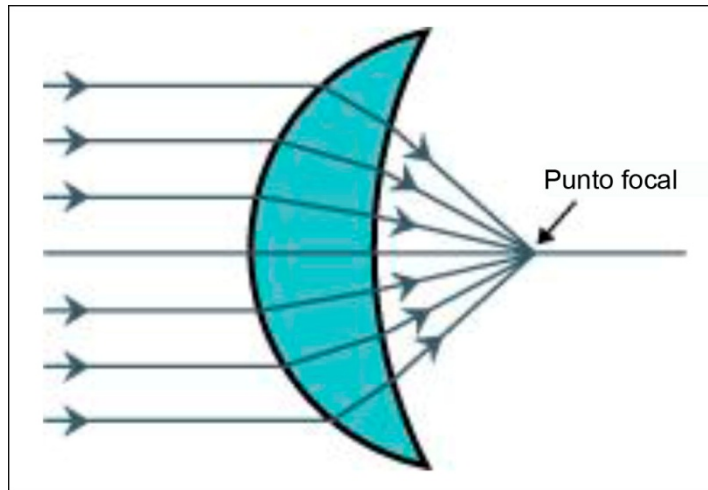
**Figura 16: Rayos de luz atravesando dos prismas.**

Una lente realmente es como un gran número de prismas que se hacen más fuertes hacia el borde. A continuación, podemos ver en el Esquema A cómo puede funcionar si añadimos dos prismas extra a la figura anterior. Si añadimos más y más rayos de luz, podríamos necesitar más y más prismas que desvíen la luz hacia un foco (ver Esquema B, a continuación).



**Figura 17: Una lente es como un gran número de prismas haciéndose gradualmente más fuertes hacia el borde de la lente.**

Otro modo de desviar la luz para enfocar en un punto es hacer curvada al menos una de las superficies de la lente. Ésto es igual que un número mucho mayor de prismas haciéndose gradualmente más fuertes hacia el borde de la lente. La mayoría de las lentes de gafas tienen ambas superficies curvadas.

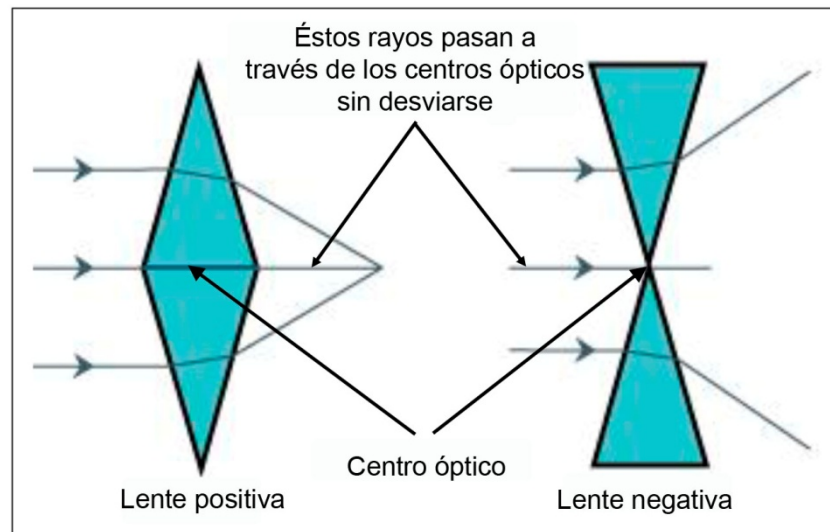


**Figura 18:** Una lente de gafas tiene dos superficies curvadas. Una superficie curvada permite que la lente enfoque la luz.



**Centro Óptico:**

Observa cómo el rayo de luz que viaja a través del punto de unión de los dos prismas no se desvía nada. A este punto se le llama centro óptico de la lente.



**Figura 19: Centro óptico de una lente positiva y una lente negativa.**

El centro óptico es la única parte de la lente que un rayo de luz puede atravesar sin ser refractado (desviado). El centro óptico de la lente es lo que alineamos con los ojos de la persona cuando hacemos las gafas.

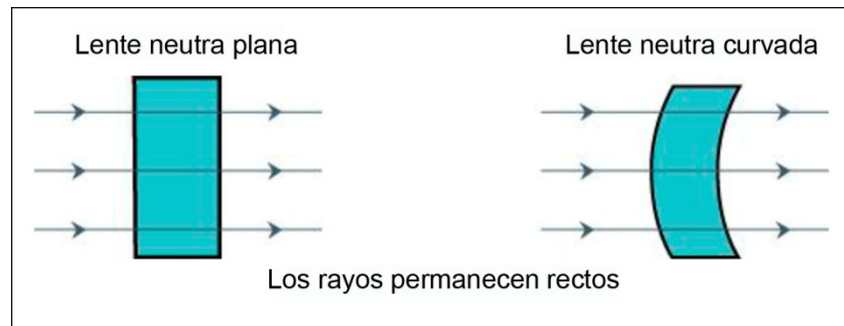
El centro óptico de una lente positiva es el punto donde la lente es más gruesa. El centro óptico de una lente negativa es el punto donde la lente es más delgada.



**Lentes neutras:** A una lente que no es ni positiva ni negativa se le llama lente neutra.

Una lente neutra no tiene poder de enfoque, no puede desviar o refractar la luz. La luz va a viajar a través de una lente neutra como la luz que viaja a través del cristal de una ventana, sin ser desviada ni enfocada.

Una lente neutra puede tener dos superficies planas o dos superficies curvadas.



**Figura 20:** Las lentes neutras pueden ser planas o curvadas. Los rayos de luz que pasan a través de una lente neutra no se desvían.





## AUTOEVALÚATE

1. Nombra los tres tipos diferentes de rayos de luz (en cuanto a su dirección de viaje).

---

---

---

2. Nombra los dos únicos caminos en los que la luz pueden cambiar de dirección.

---

3. ¿Cómo llamamos al rayo de luz que viaja hacia una superficie?

---

4. ¿Qué es el índice de refracción de un medio?

---

---

5. ¿Qué es un prisma? ¿En qué dirección se desvía la luz cuando pasa a través de un prisma?

---

---

6. Cuando un rayo de luz viaja de un medio de menor índice de refracción a un medio de mayor índice de refracción, ¿se desvía alejándose de la normal o acercándose a la normal?

---

7. Cuando un rayo de luz viaja desde un medio de mayor índice de refracción a un medio de menor índice de refracción, ¿se desvía alejándose de la normal o acercándose a la normal?

---

8. ¿Un rayo de luz se refracta más si hay una diferencia mayor entre el índice de refracción del medio original y el índice de refracción del nuevo medio, o si hay una diferencia más pequeña?

---