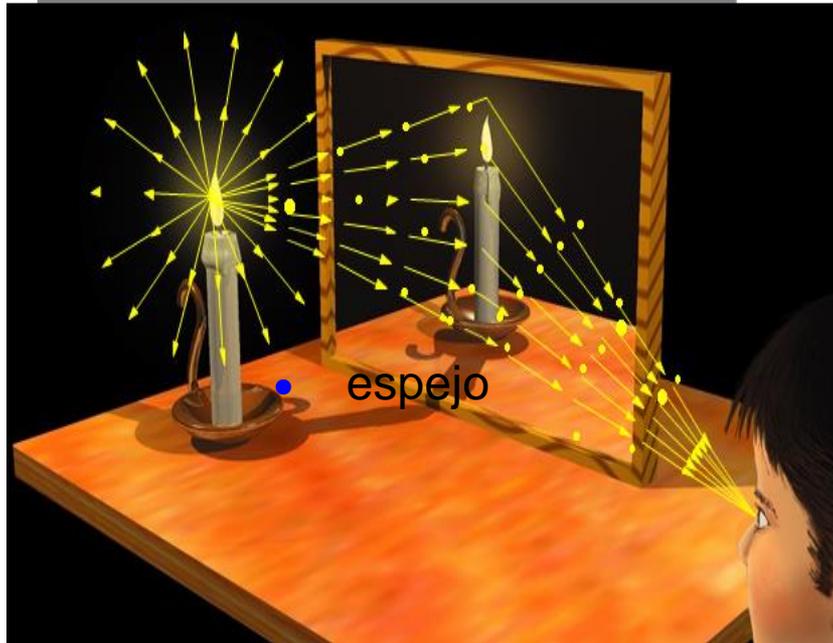


# Optica geometrica

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a modern, layered effect. The text 'Optica geometrica' is positioned on the left side in a bold, red, sans-serif font.

## LA NATURALEZA DE LA LUZ



Durante siglos se creyó que la luz consistía en un chorro de partículas emitidas por una fuente luminosa

Los demás cuerpos se veían debido a que se reflejan algunos de los corpúsculos que los golpean, y al llegar estas partículas al ojo, se producía la sensación de ver. Esto explicaba la reflexión de la luz en un espejo

*Dejando de lado las ideas más antiguas sobre la naturaleza de la luz, los máximos protagonistas de esta historia son **Isaac Newton y Cristian Huygens**. Ambos científicos fueron contemporáneos y llegaron a conocerse en 1689. un año más tarde aparece la obra de Huygens, mientras que Newton publica su obra en 1704. en sus obras aparecen las dos teorías clásicas **ondulatoria y corpuscular** sobre la naturaleza de la luz.*

# TEORIA ONDULATORIA

- ▶ Fue idea del físico holandés C. Huygens. La luz se propaga mediante ondas mecánicas emitidas por un foco luminoso. La luz para propagarse necesitaba un medio material de gran elasticidad, impalpable que todo lo llena, incluyendo el vacío, puesto que la luz también se propaga en él. A este medio se le llamó éter.
- ▶ La energía luminosa no está concentrada en cada partícula, como en la teoría corpuscular sino que está repartida por todo el frente de onda. El frente de onda es perpendicular a las direcciones de propagación. La teoría ondulatoria explica perfectamente los fenómenos luminosos mediante una construcción geométrica llamada **Principio de Huygens**. además según esta teoría, la luz se propaga con mayor velocidad en los medios menos densos. a pesar de esto, la teoría de Huygens fue olvidada durante un siglo debido a la gran autoridad de Newton.
- ▶ En 1801 el inglés T. Young dio un gran impulso a la teoría ondulatoria explicando el fenómeno de las interferencias y midiendo las longitudes de onda correspondientes a los distintos colores del espectro.
- ▶ La teoría corpuscular era inadecuada para explicar el hecho de que dos rayos luminosos, al incidir en un punto pudieran originar oscuridad.

# TEORIA CORPUSCULAR

- ▶ Esta teoría se debe a Newton (1642-1726). La luz está compuesta por diminutas partículas materiales emitidas a gran velocidad en línea recta por cuerpos luminosos. La dirección de propagación de estas partículas recibe el nombre de rayo luminoso.

La teoría de Newton se fundamenta en estos puntos:

- ▶ **Propagación rectilínea.** La luz se propaga en línea recta porque los corpúsculos que la forman se mueven a gran velocidad.
- ▶ **Reflexión.** se sabe que la luz al chocar contra un espejos se refleja. Newton explicaba este fenómeno diciendo que las partículas luminosas son perfectamente elásticas y por tanto la reflexión cumple las leyes del choque elástico.
- ▶ **Refracción.** El hechos de que la luz cambie la velocidad en medios de distinta densidad, cambiando la dirección de propagación, tiene difícil explicación con la teoría corpuscular. Sin embargo Newton supuso que la superficie de separación de dos medios de distinto índice de refracción ejercía una atracción sobre las partículas luminosas, aumentando así la componente normal de la velocidad mientras que la componente tangencial permanecía invariable.
- ▶ **Según esta teoría la luz se propagaría con mayor velocidad en medios más densos. Es uno de los puntos débiles de la teoría corpuscular.**

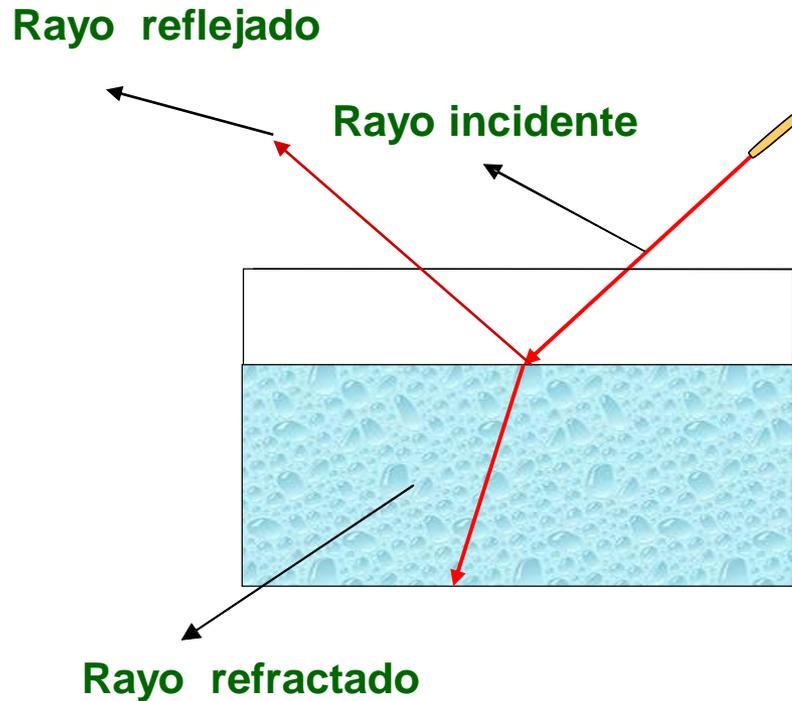
# NATURALEZA DUAL DE LA LUZ

- ▶ A finales del siglo XIX se sabía ya que la velocidad de la luz en el agua era menor que la velocidad de la luz en el aire contrariamente a las hipótesis de la teoría corpuscular de Newton. En 1864 Maxwell obtuvo una serie de ecuaciones fundamentales del electromagnetismo y **predijo la existencia de ondas electromagnéticas**. Maxwell supuso que la luz representaba una pequeña porción del espectro de ondas electromagnéticas. **Hertz confirmó experimentalmente** la existencia de estas ondas. El estudio de otros fenómenos como la radiación del cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico y los espectros atómicos puso de manifiesto la **impotencia de la teoría ondulatoria para explicarlos**. En 1905, basándose en la teoría cuántica de Planck, **Einstein explicó el efecto fotoeléctrico** por medio de corpúsculos de luz que él llamó fotones, Bohr en 1912 explicó el espectro de emisión del átomo de hidrógeno, utilizando los fotones, y Compton en 1922 el efecto que lleva su nombre **apoyándose en la teoría corpuscular de la luz**.
- ▶ Apareció un grave estado de incomodidad al encontrar que la luz se comporta como onda electromagnética en los fenómenos de propagación, interferencias y difracción y como corpúsculo en la interacción con la materia.
- ▶ No hay por qué aferrarse a la idea de incompatibilidad entre las ondas y los corpúsculos, **se trata de dos aspectos diferentes de la misma cuestión que no solo no se excluyen sino que se complementan**.

# Modelos

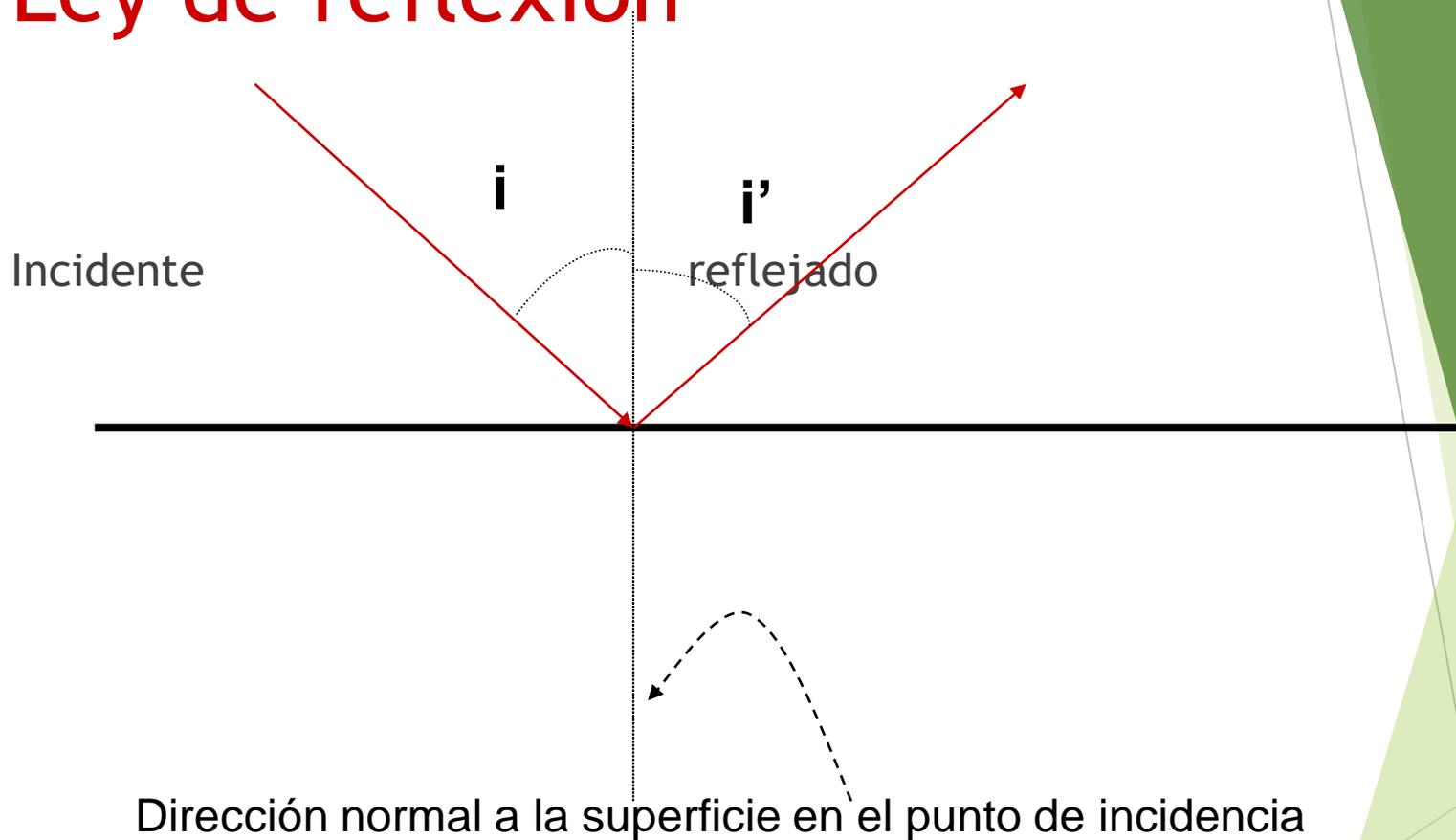
- ▶ **Óptica geométrica:** la luz se comporta como si estuviera formada por partículas (partes pequeñas) que se mueven en línea recta: la luz es un montón (horda) de partículas.
- ▶ **Óptica física:** la luz se mueve como una onda y su interacción con otra materia es electromagnética: la luz es una onda electromagnética.
- ▶ **Óptica cuántica.** es un campo de investigación que se ocupa la aplicación de la mecánica cuántica a fenómenos que implican la luz y sus interacciones con la materia.

# ✓ Reflexión y refracción de la luz



***Haz incidente en una interfaz aire-agua***

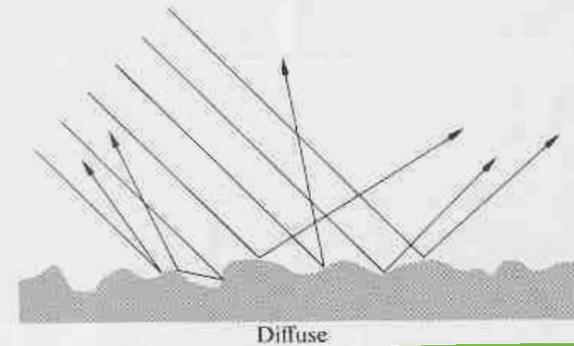
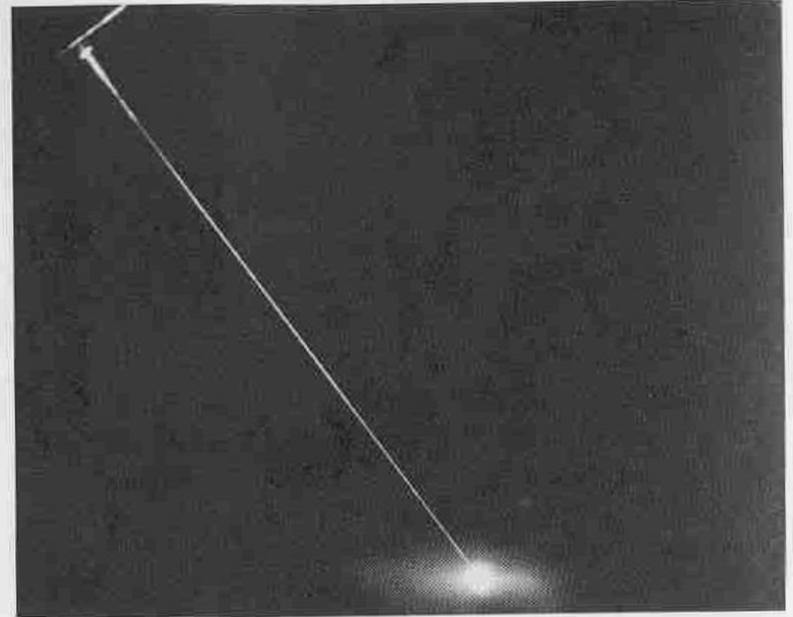
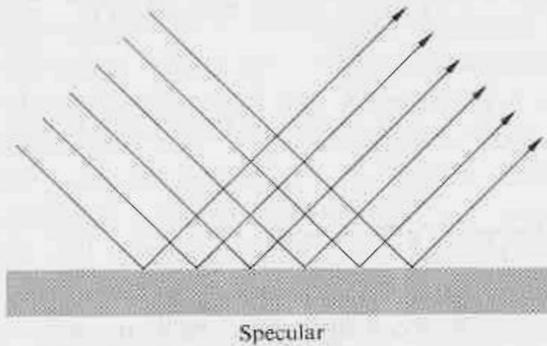
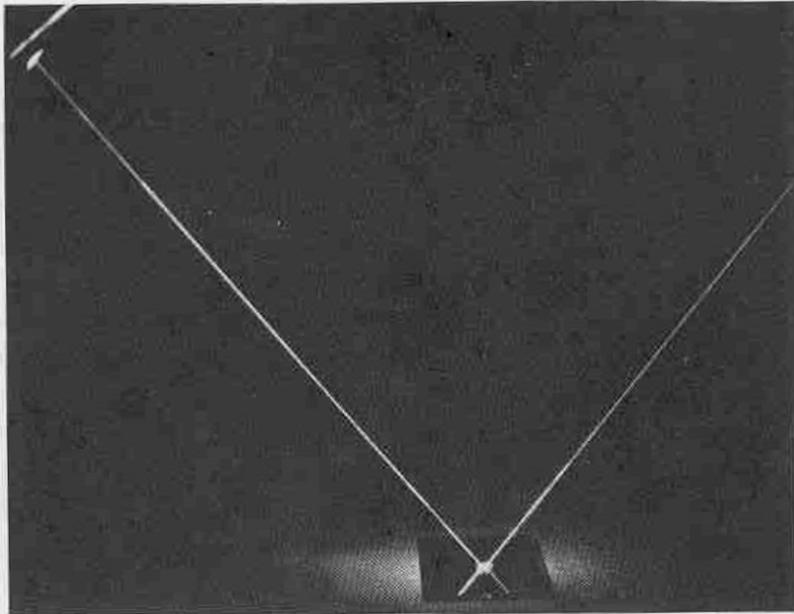
# Ley de reflexión



$$i = i'$$

**Rayo incidente , rayo reflejado y normal a la superficie en el mismo plano**

# Reflexión de la luz

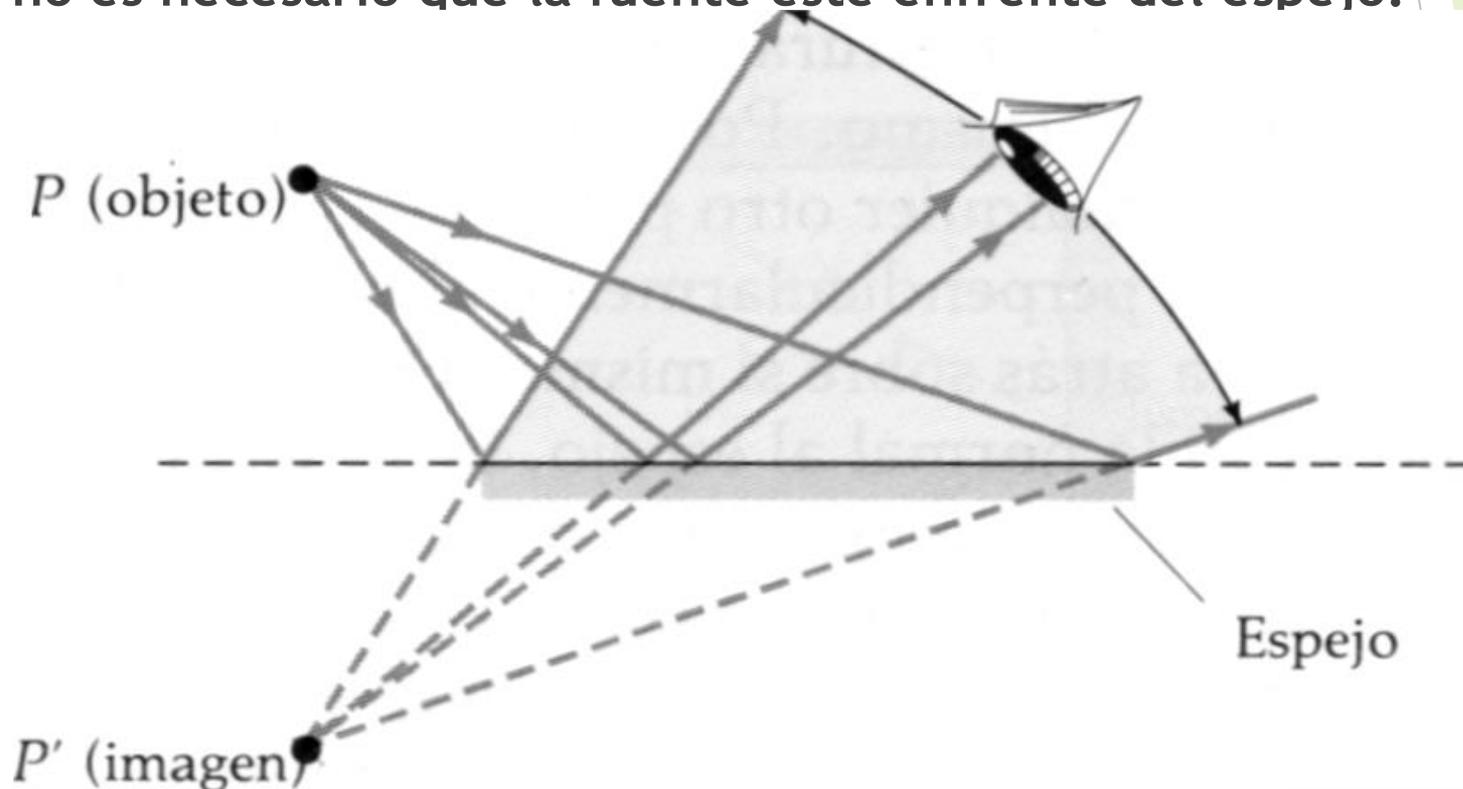


**Figura 4: a) Reflexión especular- b) Reflexión difusa**

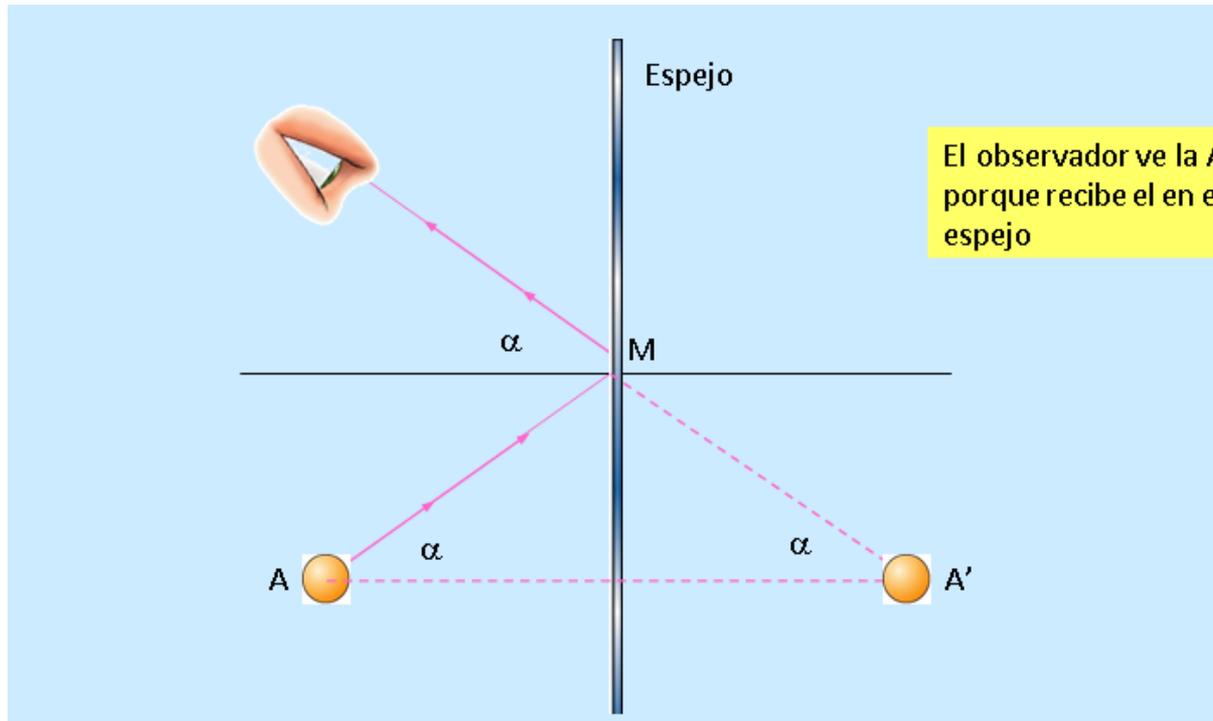
# ESPEJOS PLANOS

Condiciones para poder ver la imagen de una fuente puntual  $P$ :

- ▶ condición necesaria que el ojo esté en el semiespacio superior del espejo.
- ▶ no es necesario que la fuente esté enfrente del espejo.



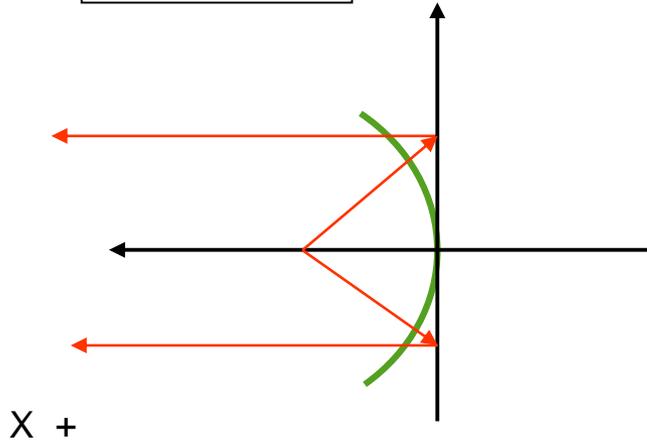
# FORMACION DE IMAGEN EN ESPEJO PLANO



El observador ve la A imagen A' de porque recibe el en el rayo reflejado espejo

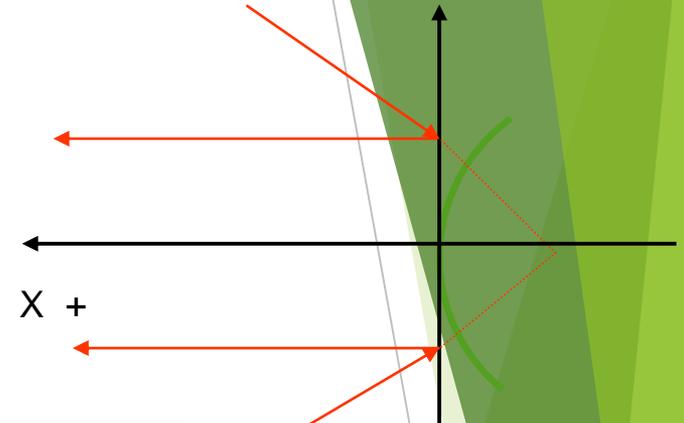
## ESPEJO CÓNCAVO

**FOCO OBJETO:** Es el punto donde se coloca un objeto y los rayos se reflejan paralelos

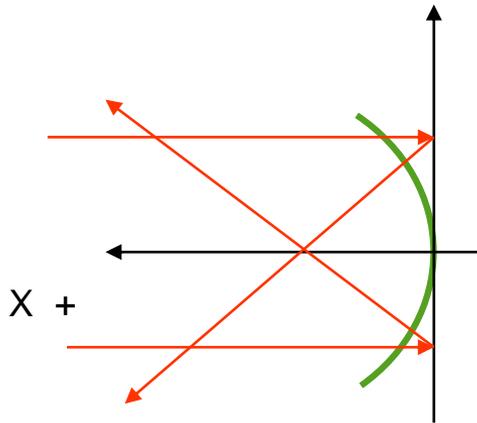


## ESPEJO CONVEXO

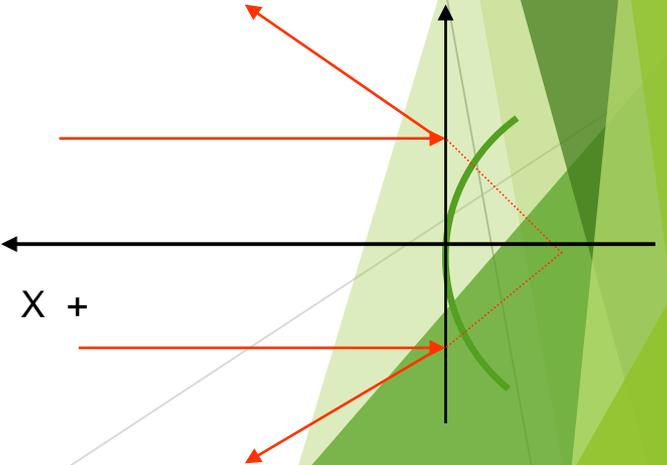
**FOCO IMAGEN:** Objeto en infinito (rayos paralelos) se reflejan pasando por el foco



# ESPEJOS ESFÉRICOS



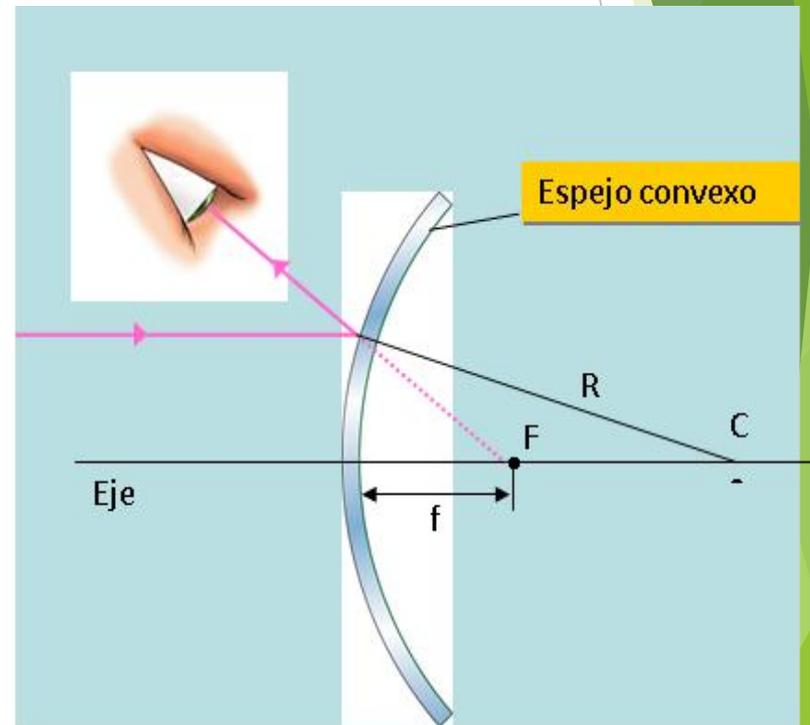
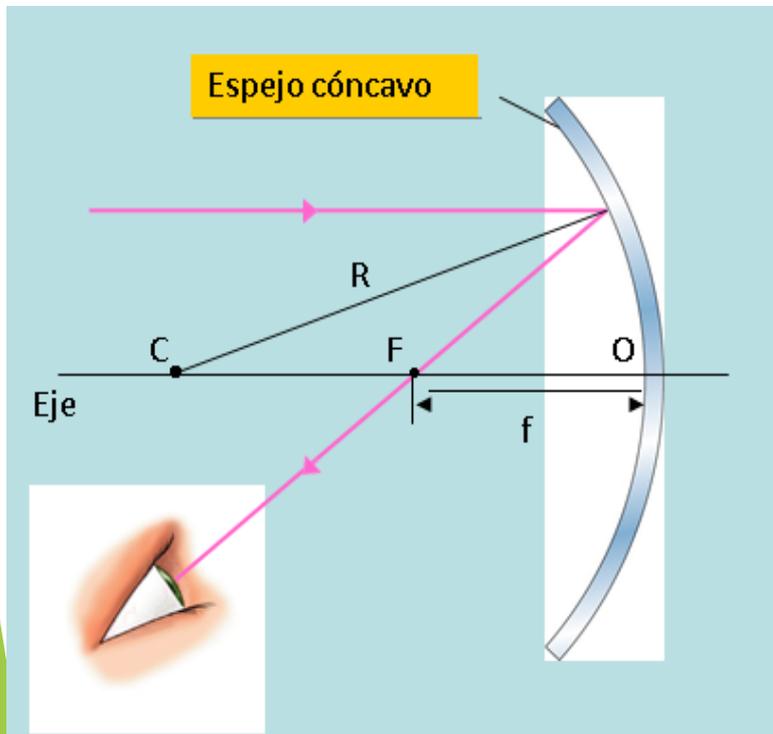
Focos reales



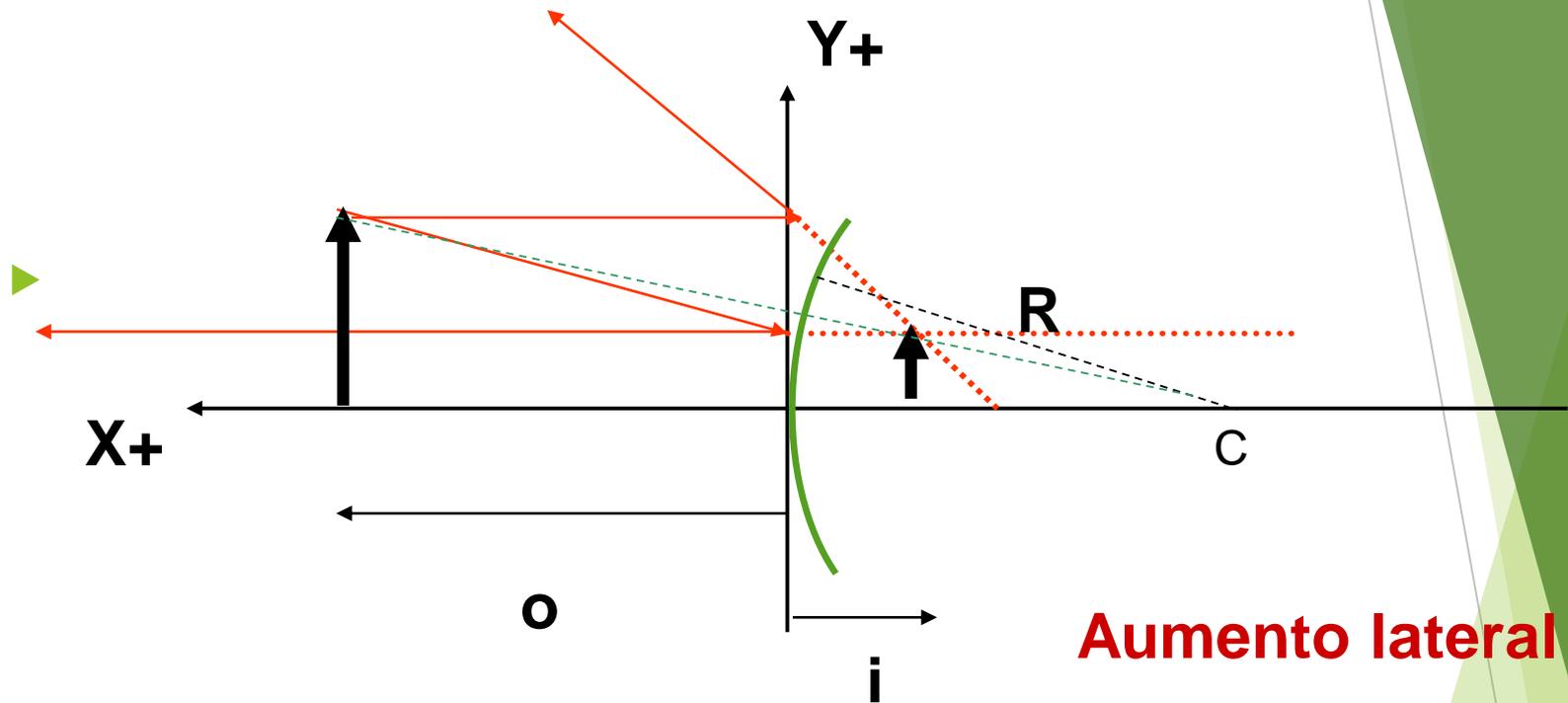
Focos virtuales

# FORMACION DE IMÁGENES EN ESPEJOS ESFERICOS

**C:** Centro de curvatura **R:** Radio de curvatura **O:** Centro del espejo  
**F:** Foco **f:** Distancia focal **Eje:** Eje principal o eje óptico



# Analíticamente



**Aumento lateral**

$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

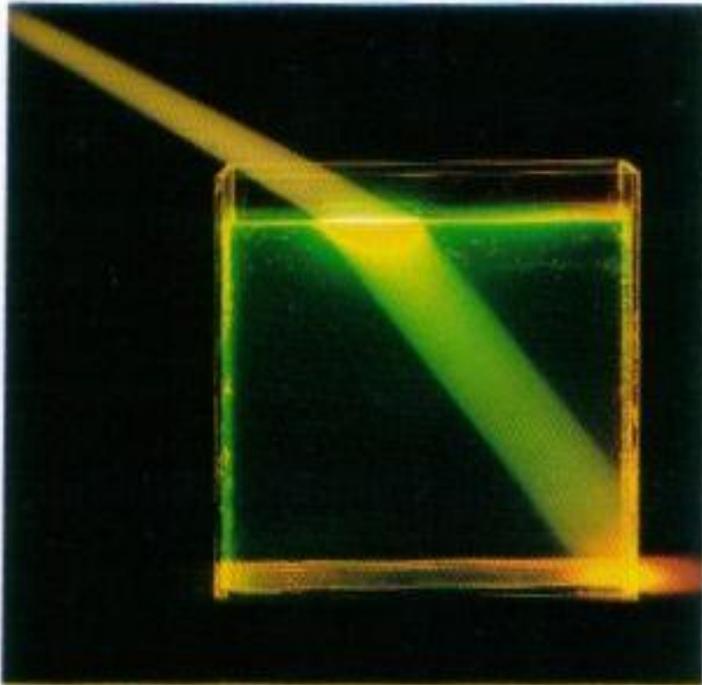
$$m = \frac{i}{o} = -\frac{y'}{y}$$

Objeto del mismo lado que la luz que llega:  $S > 0$

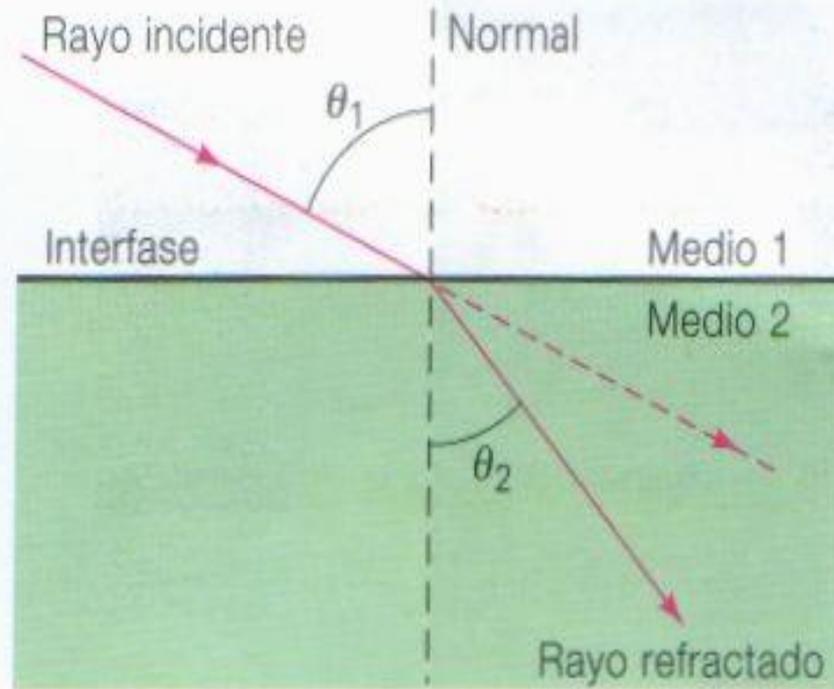
Imagen del mismo lado que la luz que sale:  $S' > 0$

Centro de curvatura del mismo lado que la luz que sale:  $C > 0$

# Refracción

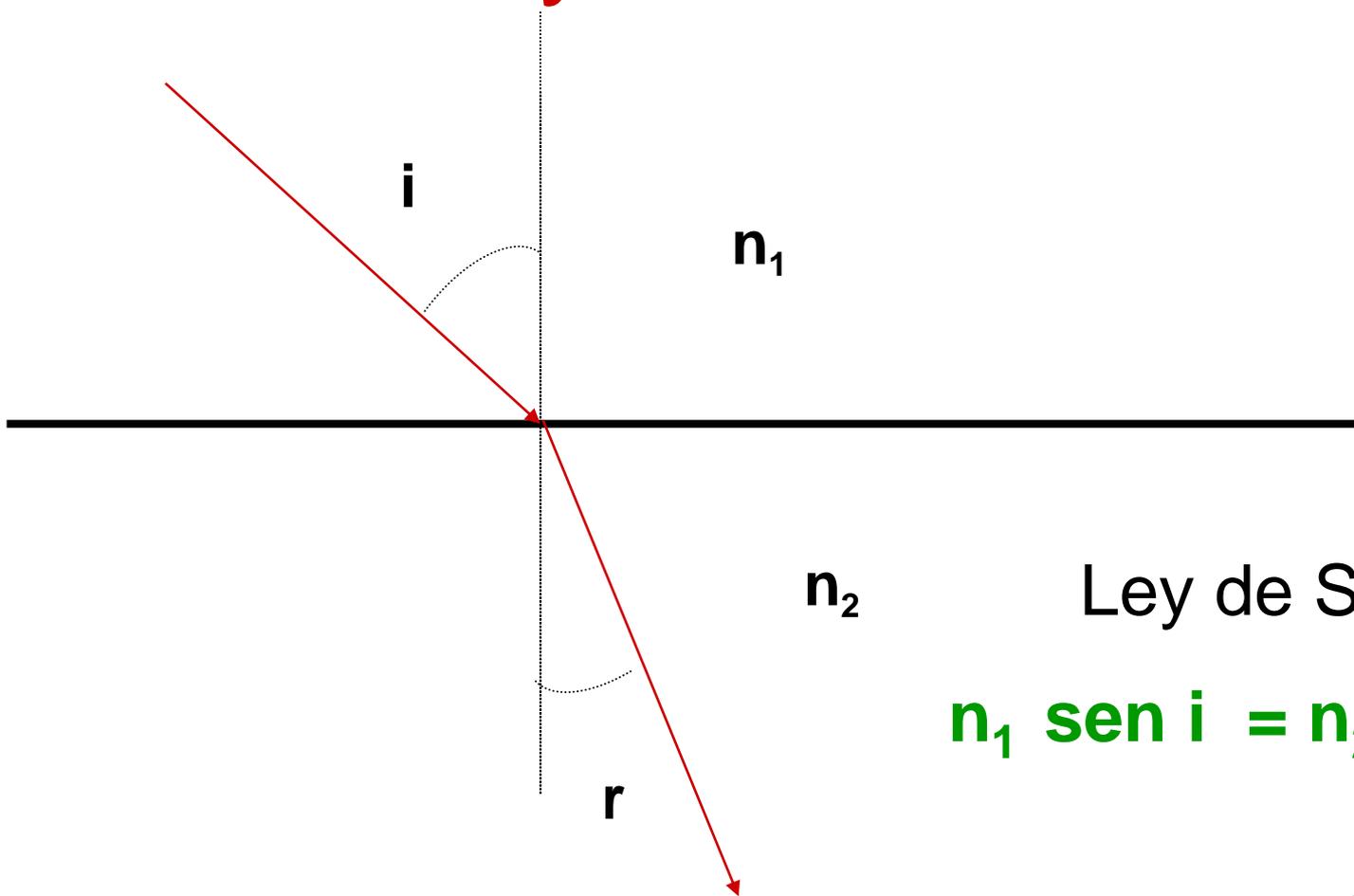


(a)



(b)

# Ley de refracción

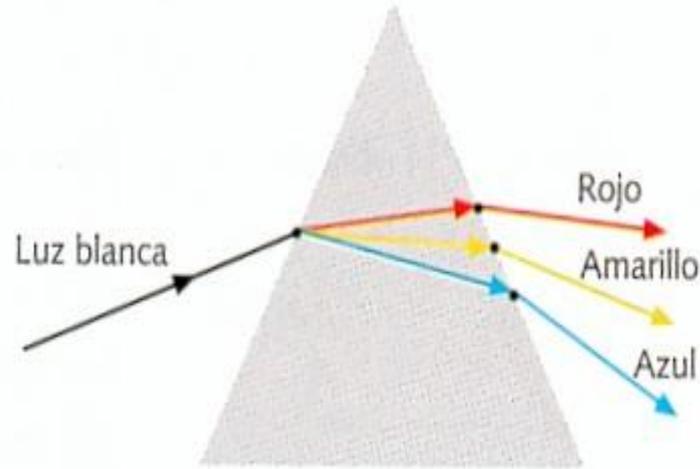
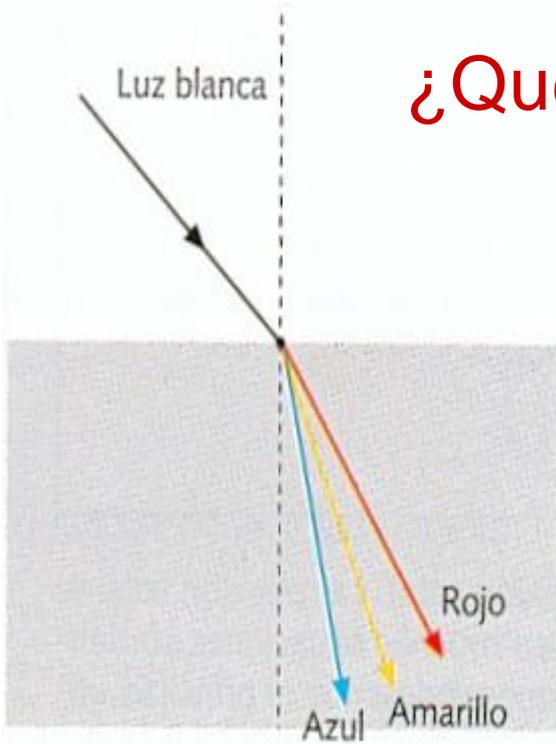


Ley de Snell

$$n_1 \text{ sen } i = n_2 \text{ sen } r$$

**Rayo incidente , rayo refractado y normal a la superficie en el mismo plano**

# ¿Qué pasa cuando incide luz blanca?



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

Definición de  $n$

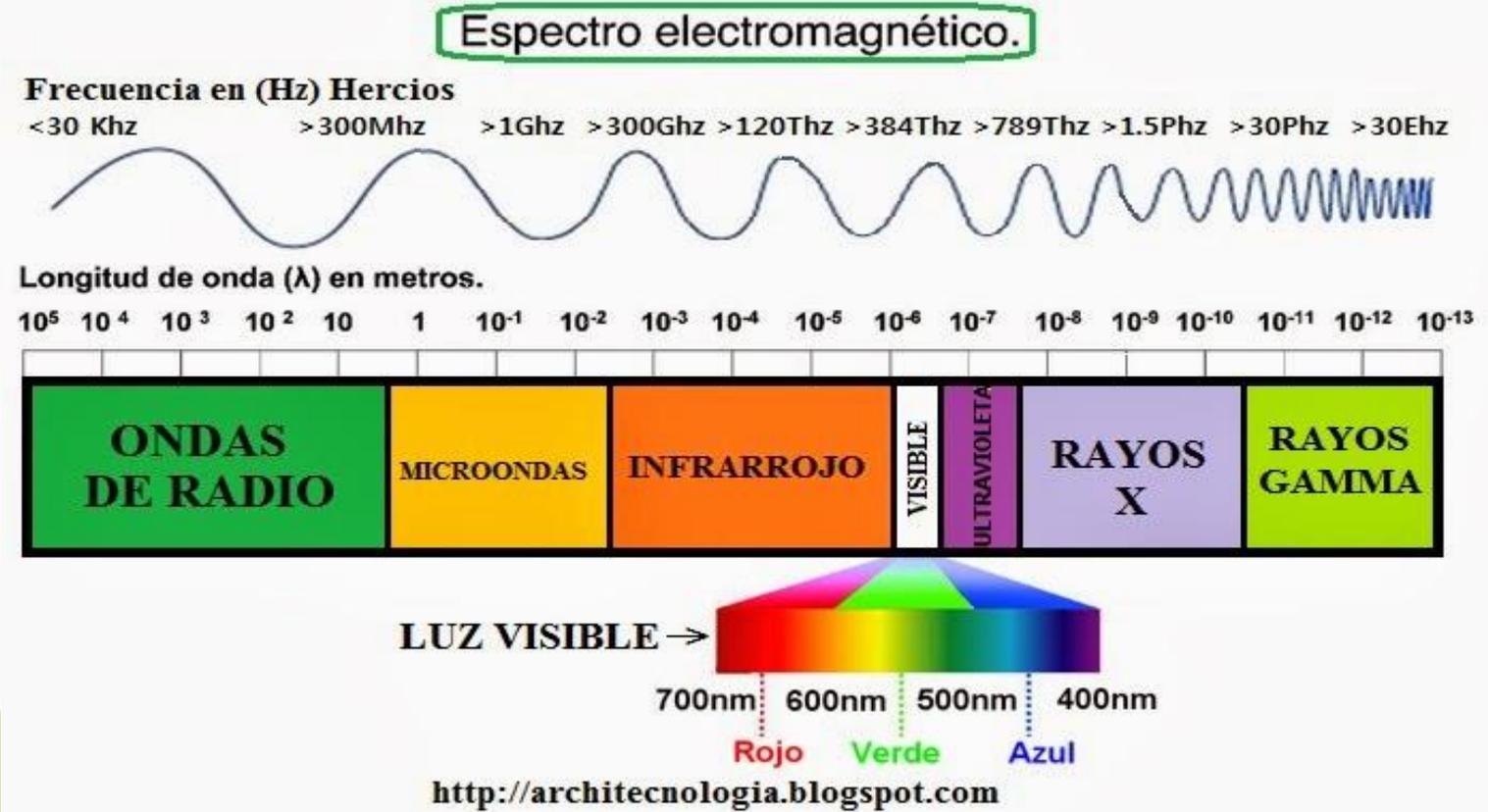
El índice de refracción  $n$  depende de la longitud de onda en el vacío  $n=n(\lambda_0)$  y del medio.

Ejemplo: arco iris

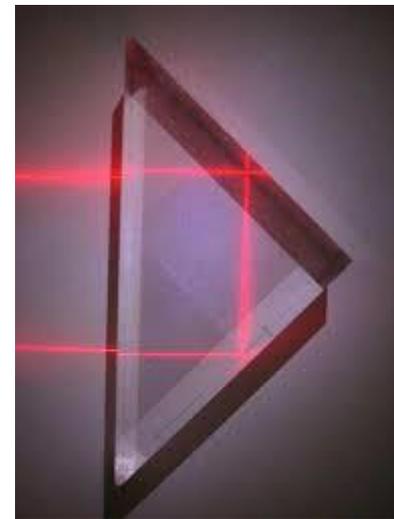
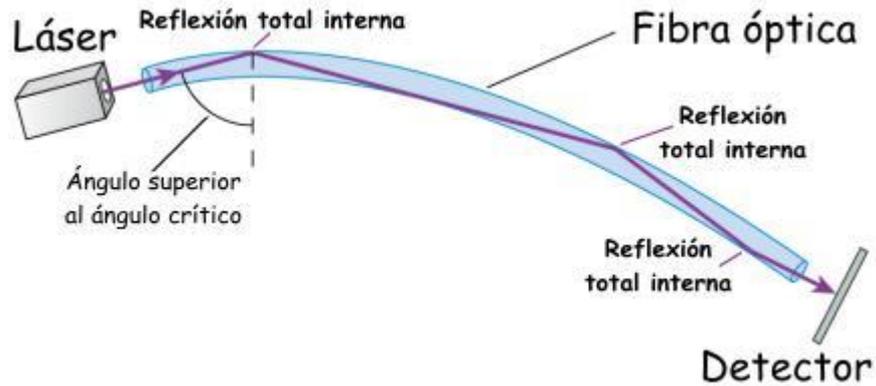
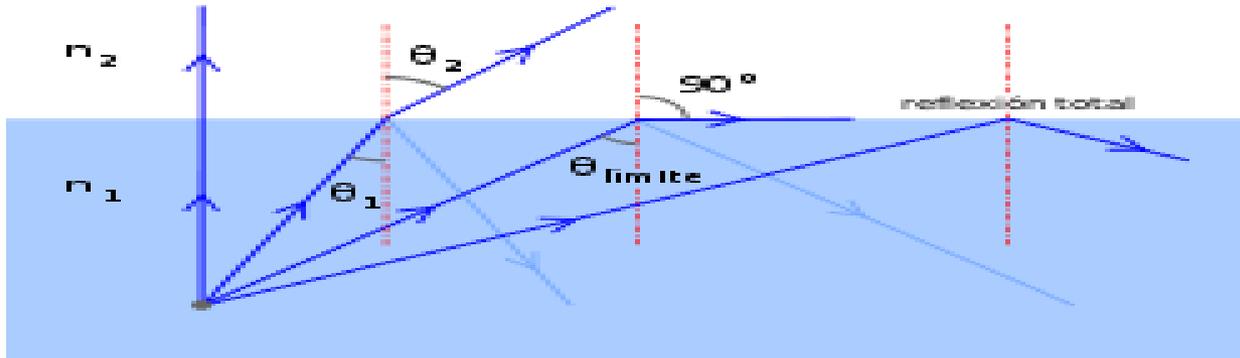


# EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Las ondas electromagnéticas **difieren entre sí en su frecuencia y en su longitud de onda**, pero todas se propagan en el vacío a la **misma velocidad**



# LA REFLEXION TOTAL INTERNA



Material	Índice
Vacío	1,00000
Aire (CNTP)	1,00029
Hielo	1,31
Agua (20°C)	1,33
Acetona	1,36
Alcohol etílico	1,36
Solución de azúcar (30%)	1,38
Fluorita	1,433
Cuarzo fundido	1,46

## ¿Qué es el índice de refracción?

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

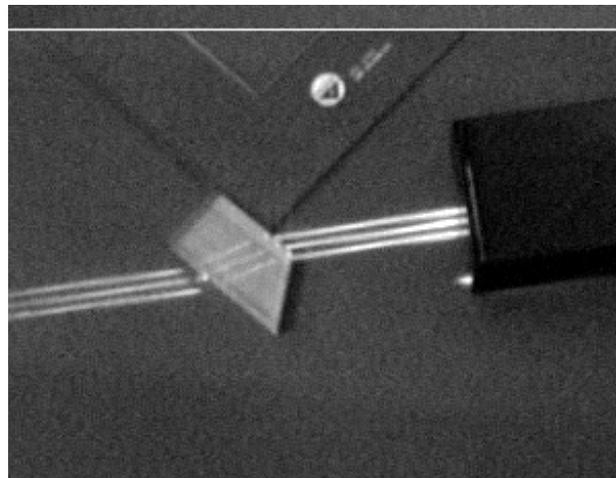
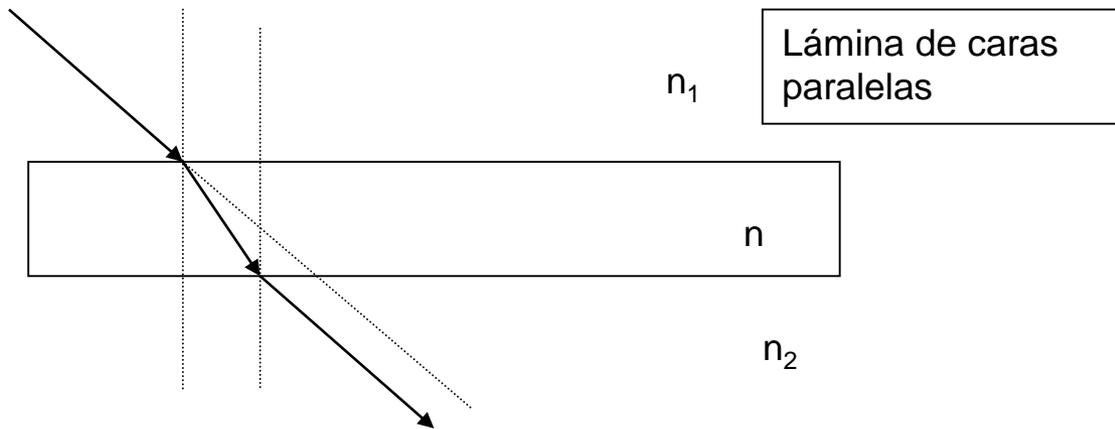
C=velocidad de la luz en el vacío

V= velocidad de la luz en el medio

**Depende también de la frecuencia en medios dispersivos**

Material	Índice
Glicerina	1,473
Solución de azúcar (80%)	1,49
Vidrio crown	1,52- 1,62
Cloruro de sodio	1,54
Poliestireno	1,55 – 1,59
Vidrio Flint	1,57 – 1,75
Diamante	2,41

# Corrimiento lateral en láminas de caras paralelas

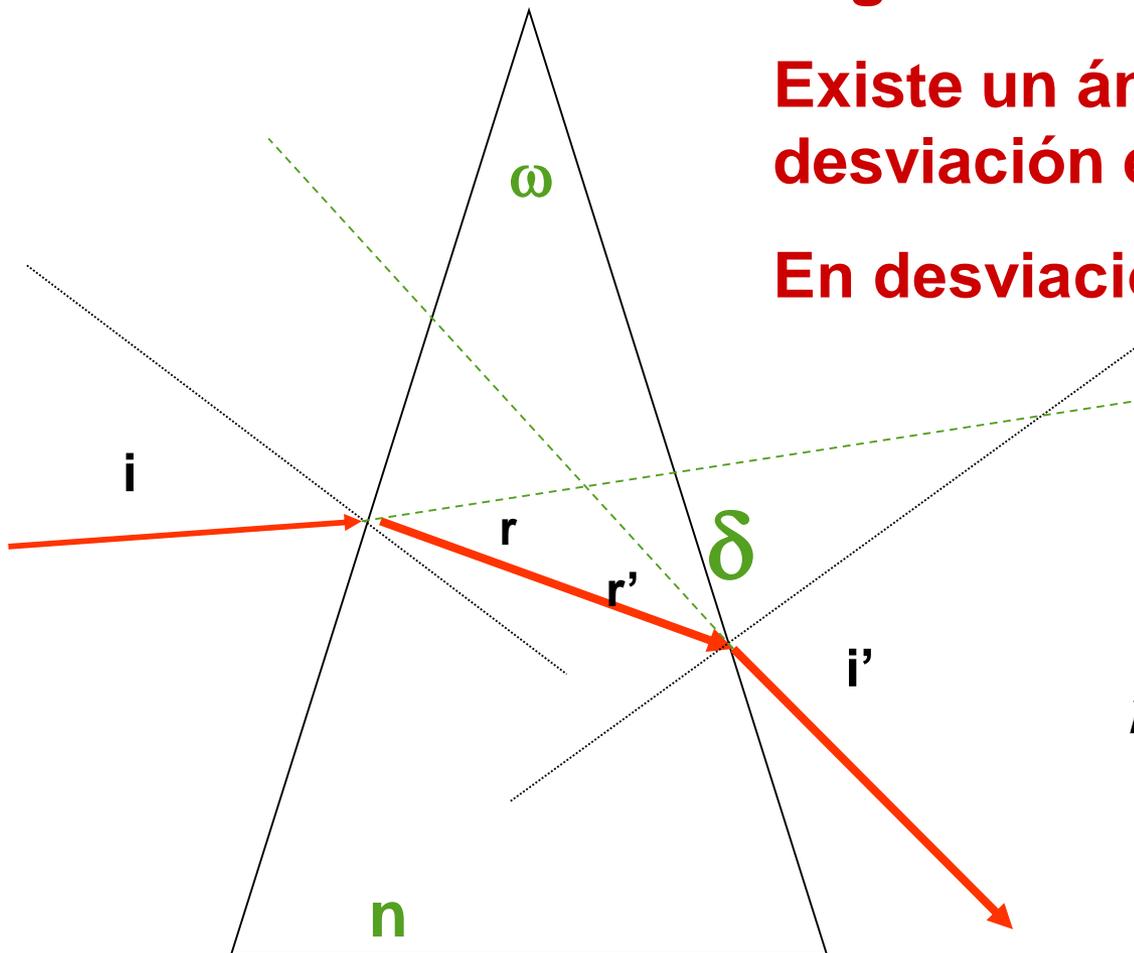


## $\delta$ : DESVIACIÓN

La desviación depende del ángulo de incidencia.

Existe un ángulo para el cual la desviación es mínima

En desviación mínima  $i=i'$

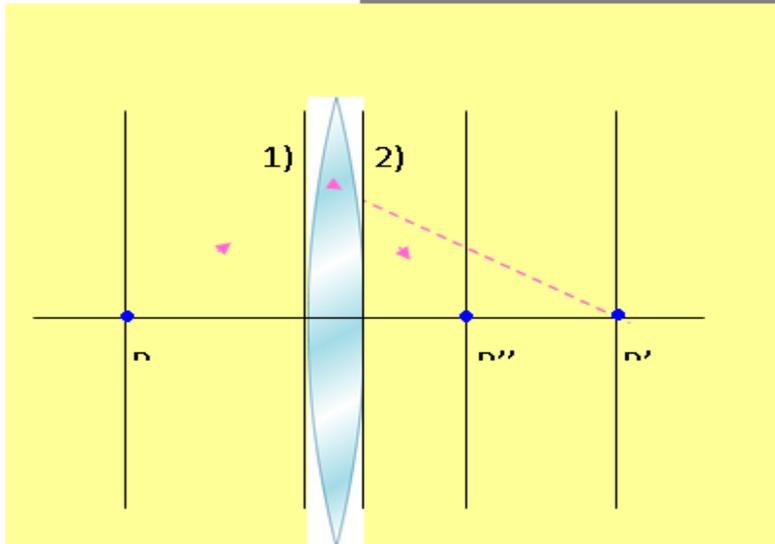


$$n = \frac{\text{sen} \frac{\delta_{\min} + \omega}{2}}{\text{sen} \frac{\omega}{2}}$$

Para ángulos de prisma pequeños

$$\delta_{\text{MÍNIMO}} = (n-1) \omega$$

# LENTES DELGADAS

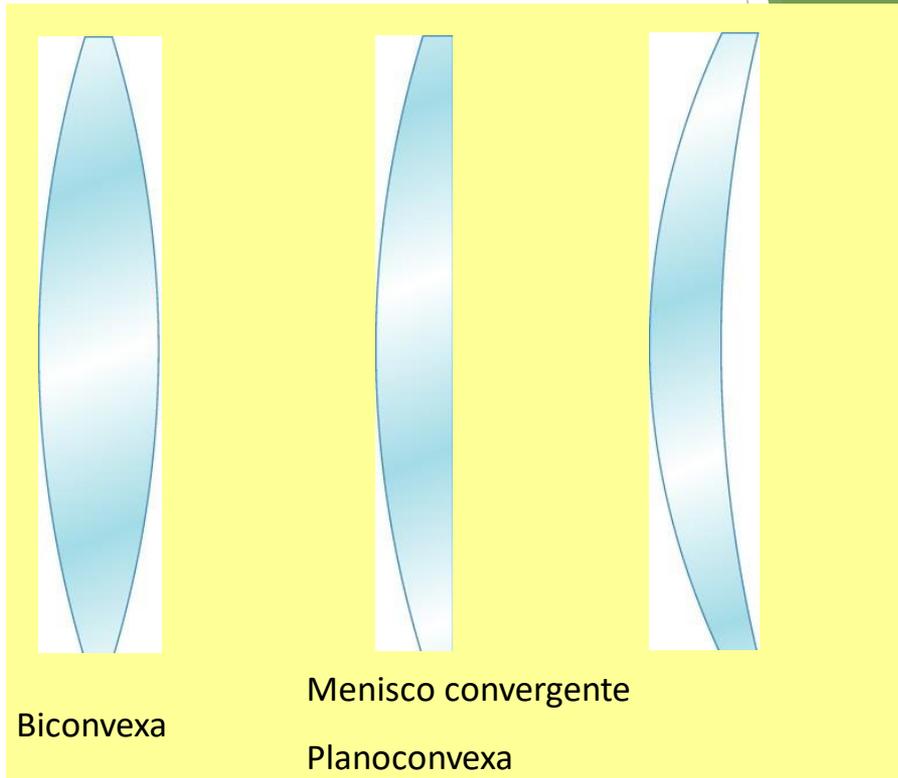
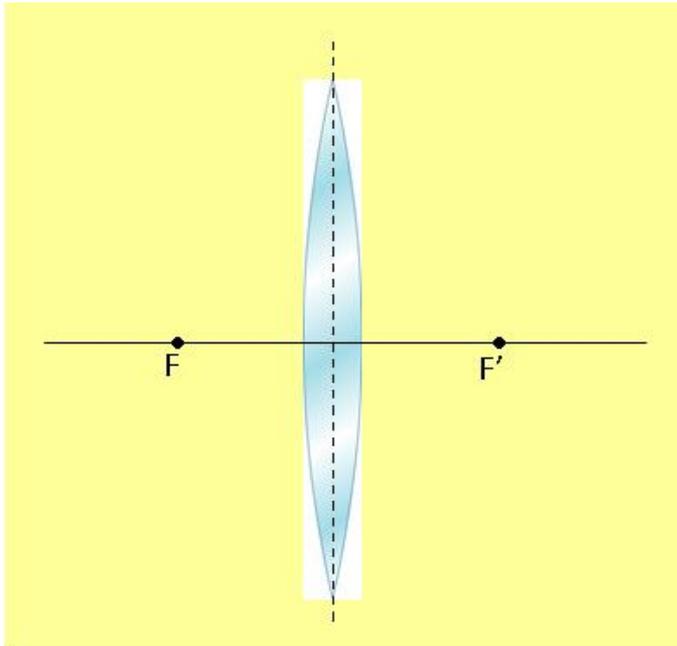


Una lente es un material transparente limitado por dos superficies esféricas, o por una esférica y una plana

Una lente puede considerarse como la asociación de dos dioptrios

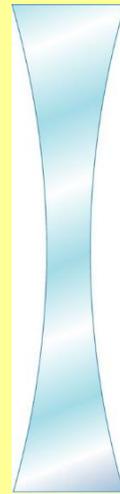
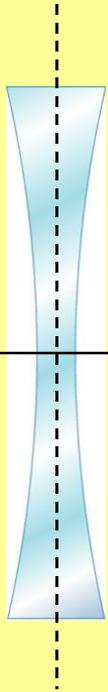
Si el espesor de la lente en el eje óptico es despreciable frente a los radios de las caras de la lente, la lente se denomina delgada

# LENTES CONVERGENTES

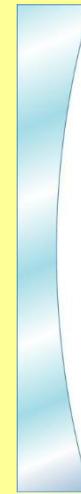


Una lente es convergente cuando la distancia focal imagen,  $f'$  es positiva

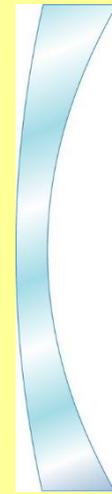
# LENTES DIVERGENTES



Bicóncava



Planocóncava

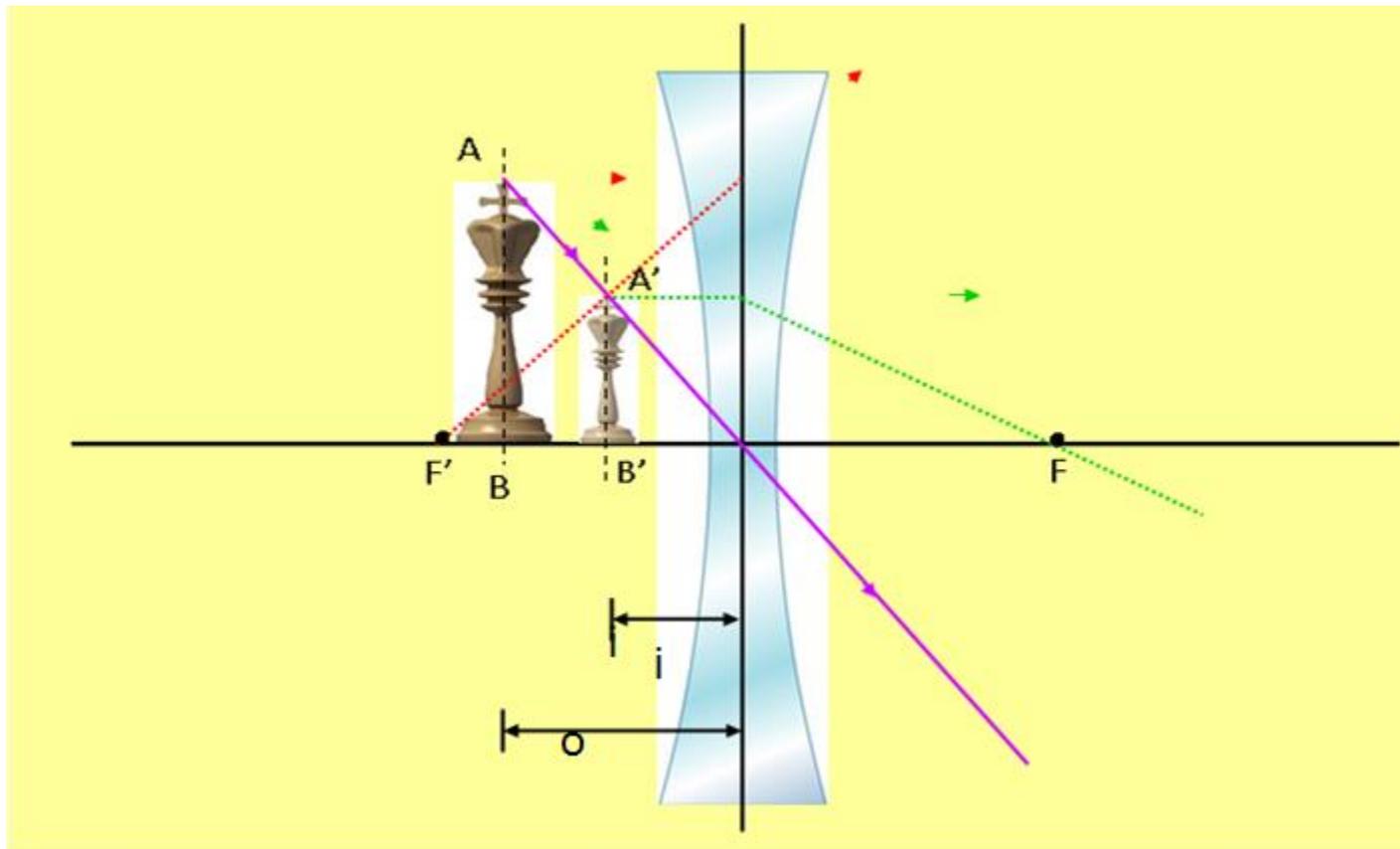


Menisco divergente

Una lente es divergente cuando la distancia focal imagen,  $f'$  es negativa



# Formacion de imagen en lentes divergentes



$$\frac{1}{o} + \frac{1}{i} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

Ecuación de Gauss

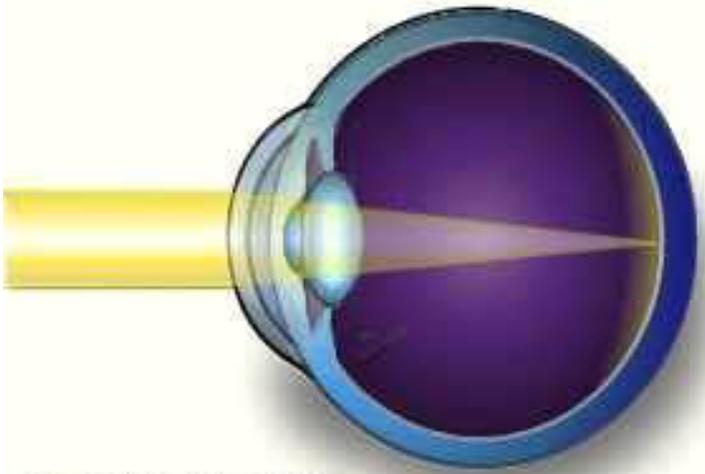
$$P = \frac{1}{f'}$$

Potencia de la lente  
(medida en dioptrías)

$$m = \frac{i}{o} = -\frac{y'}{y}$$

Aumento lateral

# EL OJO HUMANO



OJO NORMAL

## Defectos de la visión

