



## Tema 8. Óptica geométrica

### 1. Introducción

- 1.1 Conceptos básicos
- 1.2 Convenio de signos

### 2. Imágenes por reflexión

- 2.1 Reflexión en espejos planos

### 3. Imágenes por refracción

- 3.1 Refracción en un dioptrio esférico
- 3.2 Refracción en un dioptrio plano
- 3.3 Refracción en lentes delgadas

cristinafstech@gmail.com



### OBJETIVOS DIDÁCTICOS (basados en los CE)

- Formular e interpretar las leyes de la óptica geométrica.
- Valorar los diagramas de rayos luminosos y las ecuaciones asociadas como medio que permite predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos.
- Conocer el funcionamiento óptico del ojo humano y sus defectos y comprender el efecto de las lentes en la corrección de dichos efectos.
- Aplicar las leyes de las lentes delgadas y espejos planos al estudio de los instrumentos ópticos.
- Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica.
- Conocer, utilizar y aplicar las TIC en el estudio de los fenómenos físicos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS CLAVE

**CE 5.1.** Formular e interpretar las leyes de la óptica geométrica. CCL, CMCT, CAA.

**CE 5.2.** Valorar los diagramas de rayos luminosos y las ecuaciones asociadas como medios que permiten predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos. CMCT, CAA, CSC.

**CE 5.3.** Conocer el funcionamiento óptico del ojo humano y sus defectos y comprender el efecto de las lentes en la corrección de dichos efectos. CSC, CMCT, CAA, CEC.

**CE 5.4.** Aplicar las leyes de las lentes delgadas y los espejos planos al estudio de los instrumentos ópticos. CCL, CMCT, CAA.

## 1. INTRODUCCIÓN

La **óptica geométrica** es la parte de la Física que estudia, mediante leyes geométricas sencillas, los cambios de dirección de propagación que experimentan los rayos de luz en la reflexión y la refracción sin considerar el carácter electromagnético o corpuscular de la luz.

La óptica geométrica se elabora a partir de los siguientes supuestos:

### La propagación rectilínea de la luz

- En los medios **homogéneos** (misma composición en todos sus puntos) e **isótropos** (mismas propiedades en todos sus puntos), la luz se propaga en línea recta (rayos) y con igual velocidad en todas las direcciones

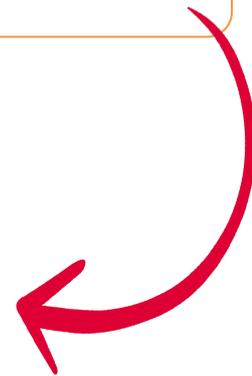
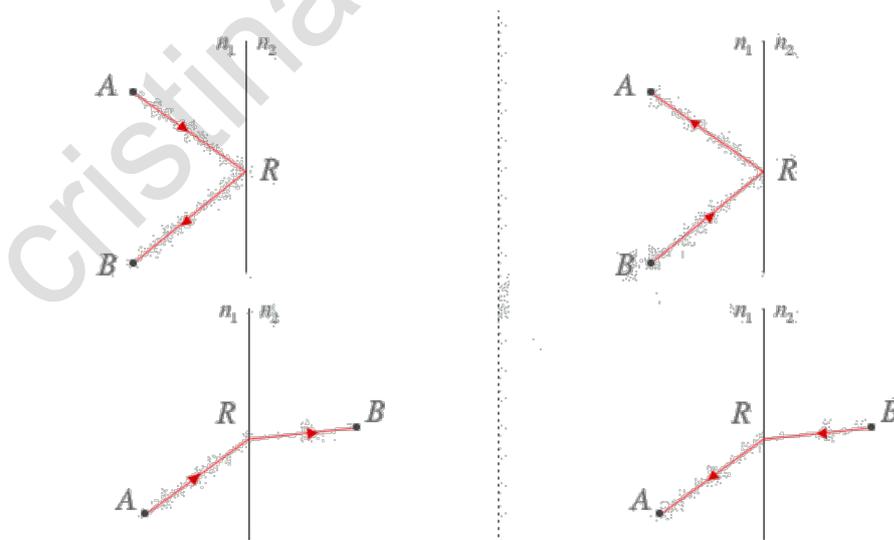
### La independencia de los rayos

- La acción de un rayo luminoso es independiente de los demás
- El cruce de dos o más rayos no afecta a su trayectoria

### Se cumplen las leyes de la reflexión y la refracción

### Los rayos luminosos son reversibles

- Es decir, el camino seguido por un rayo es independiente del sentido en el que se propaga

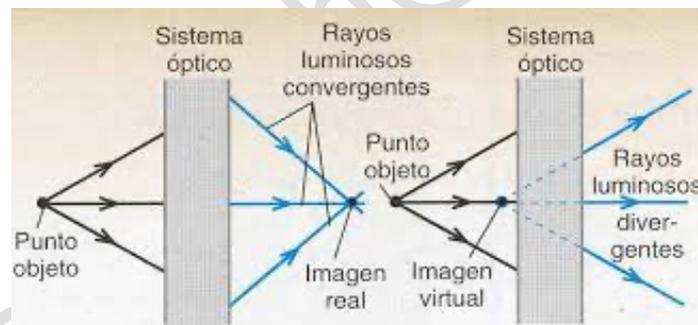


## 1.1 Conceptos básicos

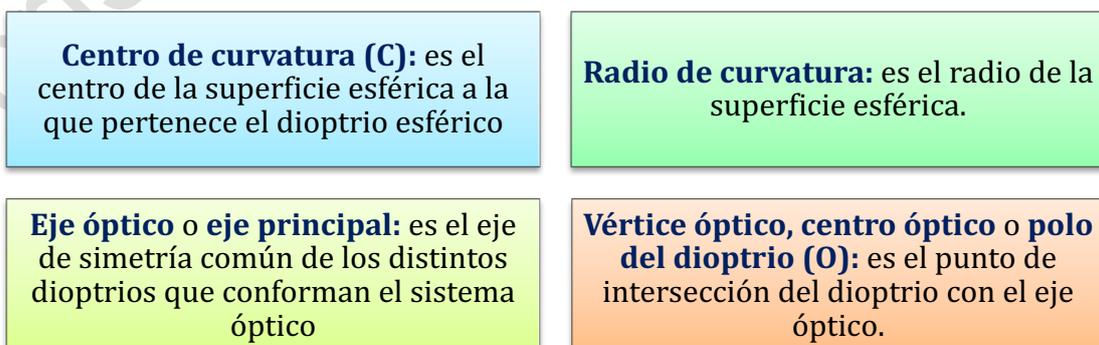
Al conjunto formado por dos medios transparentes, homogéneos e isotropos, con índices de refracción distintos, separados por una sola superficie, se denomina **dioptrio**:

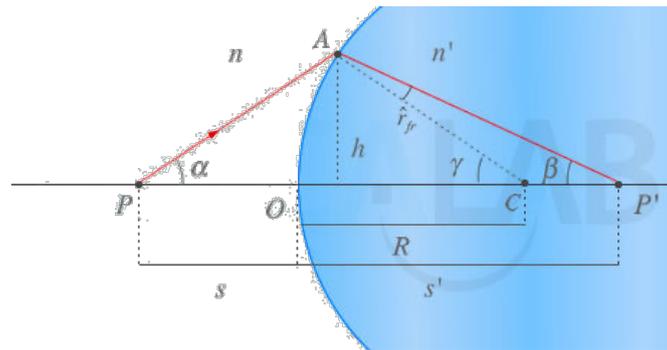
- **Dioptrio plano**: si la superficie de separación es plana
- **Dioptrio esférico**: si la superficie de separación es esférica

### 1.1.1 Conceptos básicos de óptica geométrica



### 1.1.2 Elementos de óptica geométrica



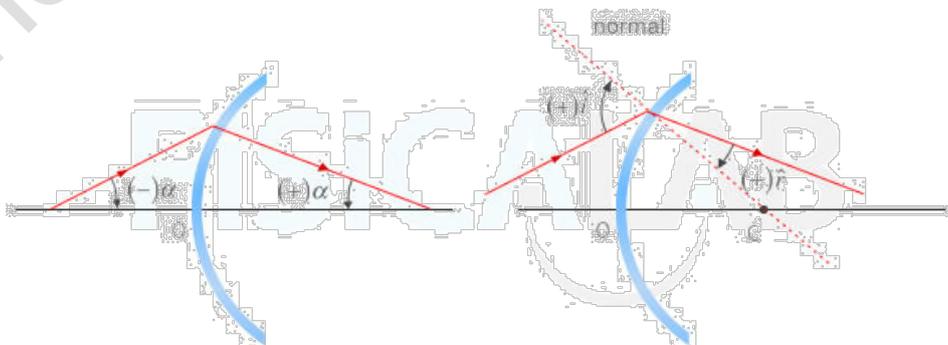


Cuando los rayos emitidos por un punto objeto se cortan en un mismo punto imagen, el sistema óptico es **estigmático**; si no es así, es **astigmático**. Para conseguir el primer caso, supondremos que los rayos de luz forman ángulos muy pequeños con el eje óptico (menores de  $10^\circ$ ) denominados **rayos paraxiales**.

## 1.2 Convenio de signos

Para estudiar la óptica geométrica, utilizaremos las normas y el convenio de signos que propone la normativa alemana **DIN (Deutsches Institut for Normung o Instituto Alemán de Normalización)**:

1. En las figuras, la luz incide de izquierdas a derechas
2. El origen de coordenadas **O** es el polo del dioptrio y el **eje OX**, el eje óptico
3. Las distancias en la horizontal son positivas para los puntos a la derecha de O y negativas para los puntos a su izquierda
4. Las distancias en la vertical son positivas por encima del eje del dioptrio y negativas por debajo de él.
5. Los ángulos formados por los rayos o por la normal con el eje óptico son positivos si, para hacerlos coincidir con el eje por el camino más corto, han de girar en sentido antihorario. Son negativos en caso contrario.
6. Los ángulos de incidencia, reflexión y refracción son positivos si, para que el rayo coincida con la normal a la superficie por el camino más corto, ha de girar en sentido horario. Son negativos en caso contrario.

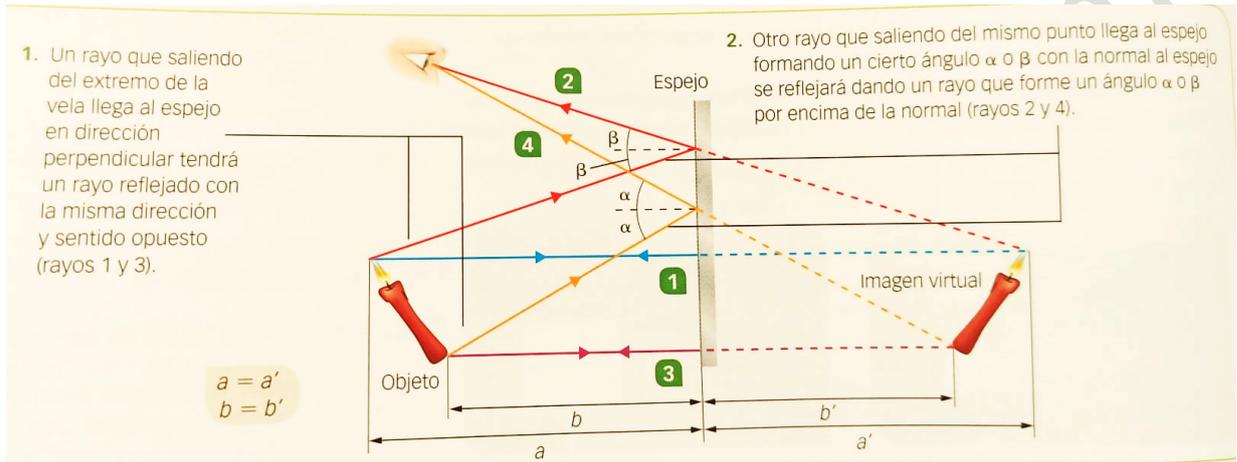


<https://www.fisicalab.com/apartado/signos-sistemas-opticos>

## 2. IMÁGENES POR REFLEXIÓN

### 2.1 Reflexión en espejos planos

Un **espejo plano** es una **superficie plana pulimentada que refleja los rayos de luz que le llegan**. Un espejo plano da una imagen de un objeto cuyas características son las siguientes:



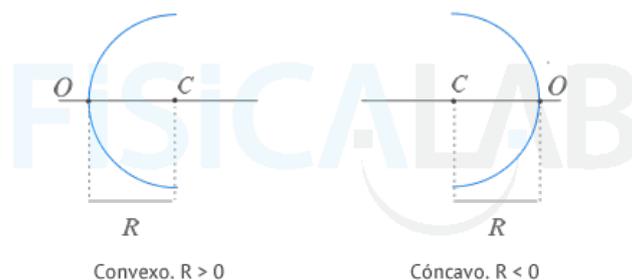
- Es una **imagen virtual** que se obtiene al prolongar las direcciones de los rayos reflejados hasta que coinciden.
- Es una **imagen derecha con inversión lateral**.
- El **tamaño** de la imagen es el **mismo** que el del objeto.
- La **distancia** de la imagen al espejo es la **misma** que la del objeto al espejo.

## 3. IMÁGENES POR REFRACCIÓN

Se produce **refracción** cuando la luz que se propaga en un medio pasa a propagarse por otro diferente. Para estudiar la imagen que se obtiene de un objeto por refracción hacemos uso del concepto de dioptrio.

### 3.1 Refracción en un dioptrio esférico

Dependiendo de si la superficie a la que le llegan los rayos tendremos un dioptrio **cóncavo** o **convexo**.

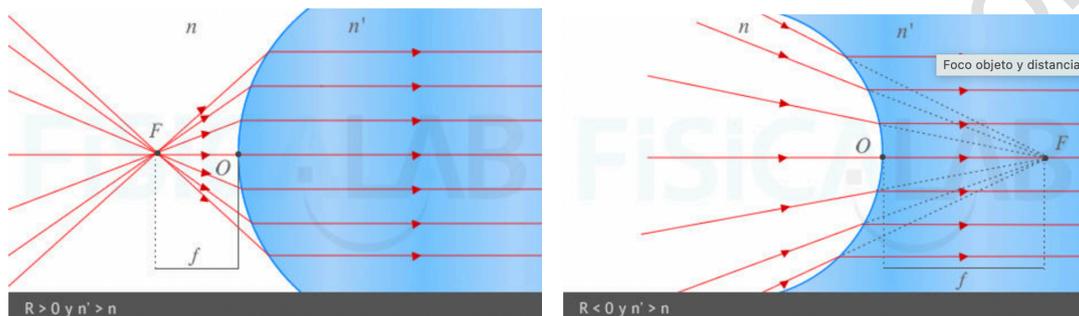


La **ecuación fundamental del dioptrio esférico** es:

$$\frac{n - n'}{R} = \frac{n}{s} - \frac{n'}{s'}$$

Existen dos puntos muy importantes cuando estudiamos el dioptrio esférico:

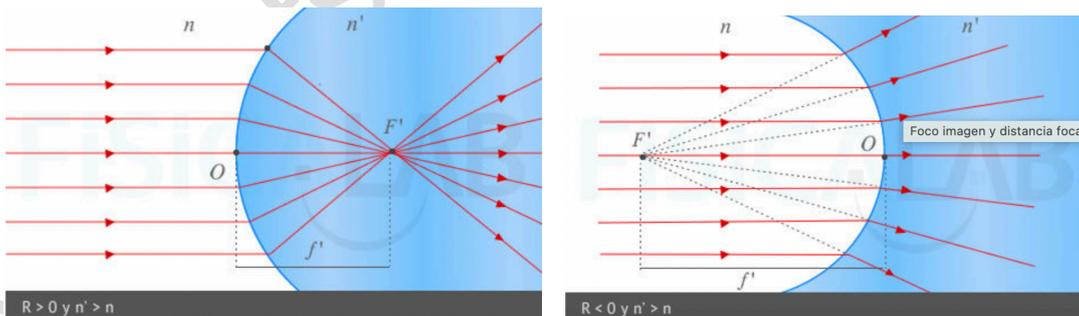
- **Foco objeto:** es el punto  $F$  del eje óptico en el que tendría que situarse un objeto para que sus rayos saliesen paralelos al eje tras refractarse en el dioptrio.



La **distancia del foco objeto al vértice del dioptrio** se denomina **distancia focal objeto** y se denota por  $f$ . Se cumple que:

$$f = -R \cdot \frac{n}{n' - n}$$

- **Foco imagen:** es el punto  $F'$  del eje óptico en el que convergen, tras pasar por el dioptrio, los rayos que son paralelos al eje óptico.



La **distancia del foco imagen al vértice del dioptrio** se denomina **distancia focal imagen** y se denota por  $f'$ . Se cumple que:

$$f' = R \cdot \frac{n'}{n' - n}$$

Si dividimos  $f$  entre  $f'$  se consigue:

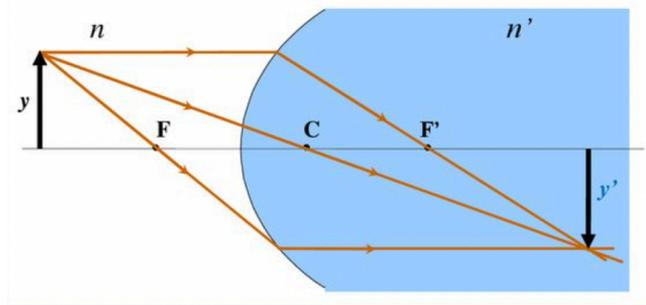
$$\frac{f}{f'} = -\frac{n}{n'}$$

Combinando ecuaciones se obtiene la **Ecuación de Gauss**:

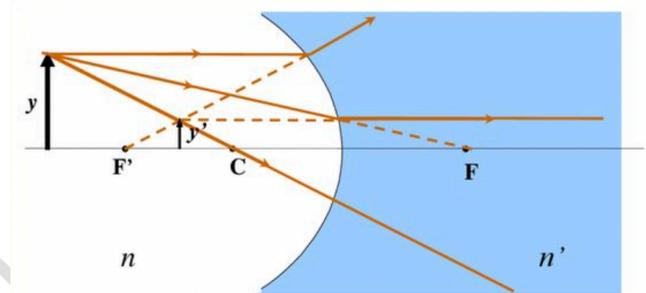
$$\frac{f'}{s'} + \frac{f}{s} = 1$$

Por último, la **construcción de imágenes** se hace parecido a como ya hemos aprendido solo que ahora tenemos en cuenta el foco objeto y el foco imagen:

- Convexo: imagen real e invertida



- Cóncavo: imagen virtual, derecha y de menor tamaño

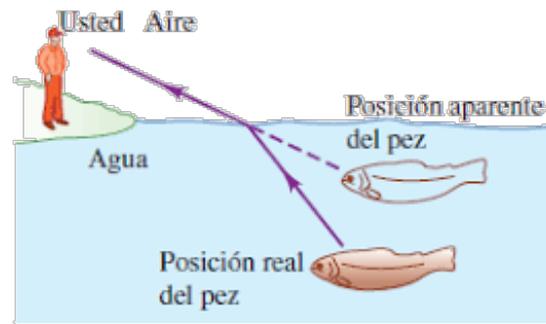


### 3.2 Refracción en un dioptrio plano

La **ecuación fundamental del dioptrio plano** es la del dioptrio esférico haciendo  $R \rightarrow \infty$ :

$$\frac{n - n'}{\infty} = \frac{n}{s} - \frac{n'}{s'} \rightarrow 0 = \frac{n}{s} - \frac{n'}{s'} \rightarrow \frac{n}{s} = \frac{n'}{s'}$$

**Consecuencia:** para un observador que ve desde el aire un objeto que se encuentra sumergido en el agua, la imagen está más cerca de la superficie de lo que está realmente el objeto. Las imágenes son siempre virtuales.



### 3.3 Refracción en lentes delgadas

Una **lente** es un sistema óptico centrado limitado por dos dioptrios en donde, **al menos uno de ellos, ha de ser esférico**. El **medio** que está a ambos lados de los dos dioptrios **tiene el mismo índice de refracción**. El cristal de una lupa o de una gafa es una lente. Tipos:

**Convergentes:** son más gruesas por la parte central que en los extremos. Esquemáticamente se representan por una línea acabada en puntas de flecha.

**Divergentes:** son más gruesas en sus extremos que en la parte central. Esquemáticamente se representan por una línea acabada en puntas de flecha invertidas.

**Delgadas:** su grosor es despreciable en comparación con los radios de curvatura de los dioptrios que la forman.

**Gruesas:** su grosor es comparable a los radios de curvatura de los dioptrios que la forman.

La **Ecuación de Gauss** para lentes delgadas es:

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

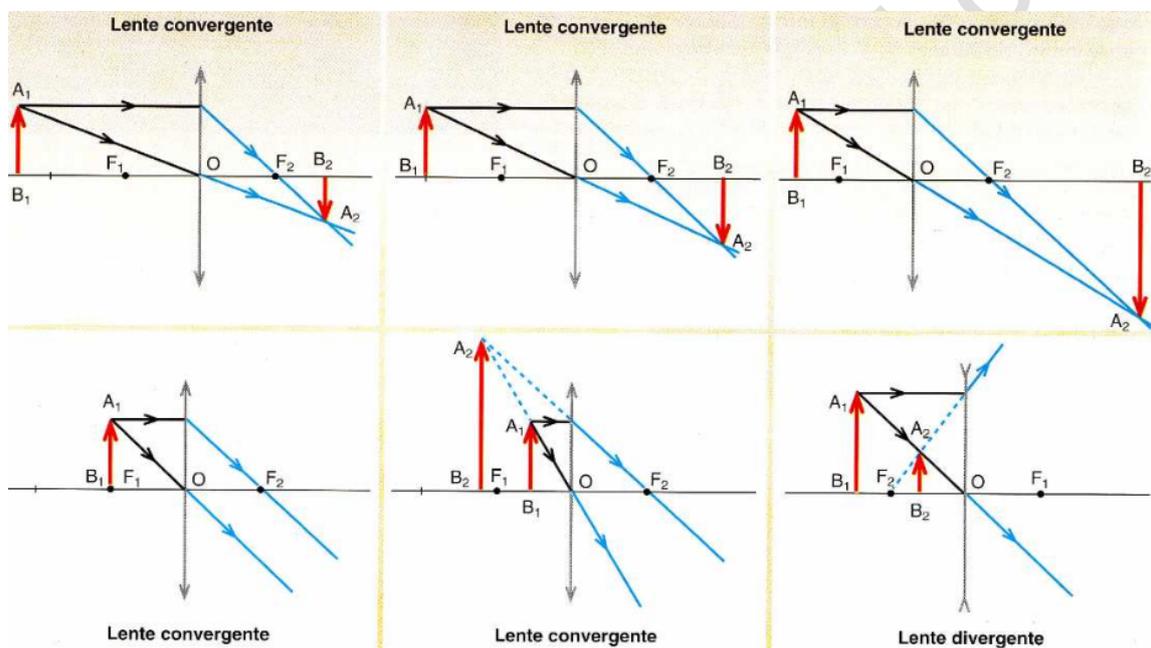
Se llama **aumento lateral** a la relación entre el tamaño del objeto y el de la imagen.

$$M_L = \frac{y'}{y}$$

La imagen de un objeto se puede obtener gráficamente. Se forman dibujando al menos dos rayos de trayectoria conocida. Hay tres que cumplen esta condición y se denominan **rayos principales** (figuras):

- Un rayo que proceda del objeto y que entra paralelo al eje óptico; tras refractarse en la superficie pasa por el foco imagen.
- Un rayo que proceda del objeto y que pase por el foco objeto; tras refractarse en la superficie sale paralelo al eje óptico.
- El rayo que proceda del objeto y que pasa por el centro de curvatura; tras refractarse en la superficie no experimenta desviación alguna

Según el tipo de lente y la situación del objeto se pueden obtener:



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