

## F2B ÓPTICA

A veces se forma una **imagen REAL y otras VIRTUAL**. Y no siempre se cumple eso que dijimos de si se forma detrás o delante. La verdadera diferencia es la siguiente:

### Tipos de imágenes

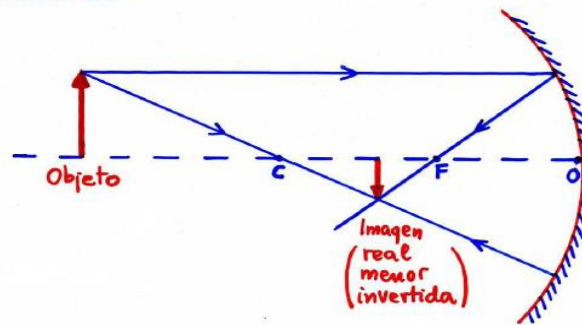
- **Imagen real**, es cuando está formada sobre los propios rayos. Estas imágenes se pueden recoger sobre una pantalla.
- **Imagen virtual**, es cuando está formada por la prolongación de los rayos, y no se puede recoger sobre una pantalla.

Una imagen **real** se forma al cruzarse los rayos reflejados -o refractados-, pudiéndose recoger en una pantalla, mientras que una imagen **virtual** se obtiene al cruzarse las prolongaciones de los rayos reflejados -o refractados-, y no se puede recoger en una pantalla.

En un sistema óptico compuesto una imagen, real o virtual, puede servir de objeto, real o virtual, para una segunda lente del sistema -ej.: en el microscopio compuesto-.

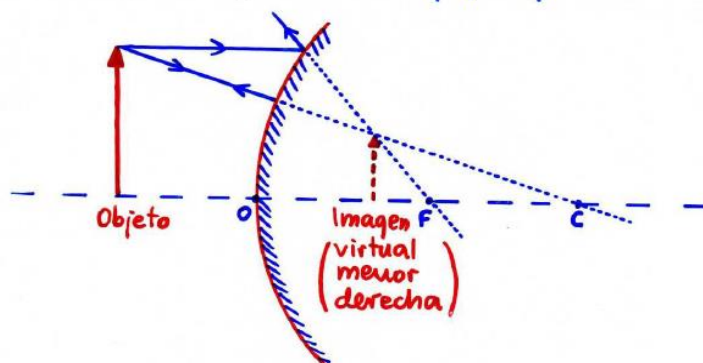
Ejemplo de imagen **real**:

Imagen de un objeto situado entre  $-\infty$  y C, en un espejo esférico **cóncavo**:



Ejemplo de una imagen **virtual**:

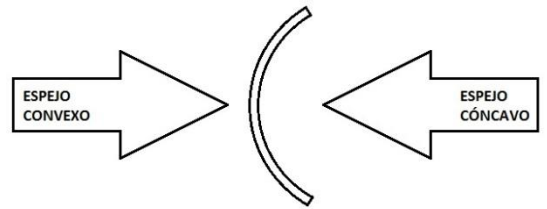
Imagen de un objeto en un espejo esférico **convexo**:



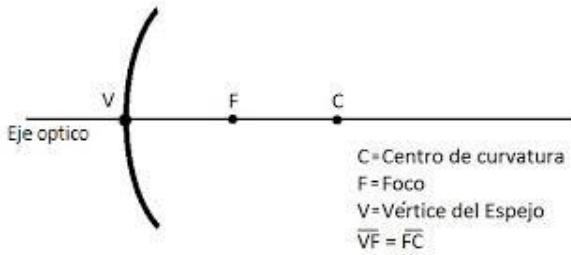
Además de los ejemplos expuestos, también se obtiene una imagen **real** con un espejo **cóncavo**, a partir de un objeto situado en C y entre C y F. Por contra, se obtiene una imagen **virtual** con un espejo **cóncavo**, a partir de un objeto situado entre F y O.

# ESPEJOS

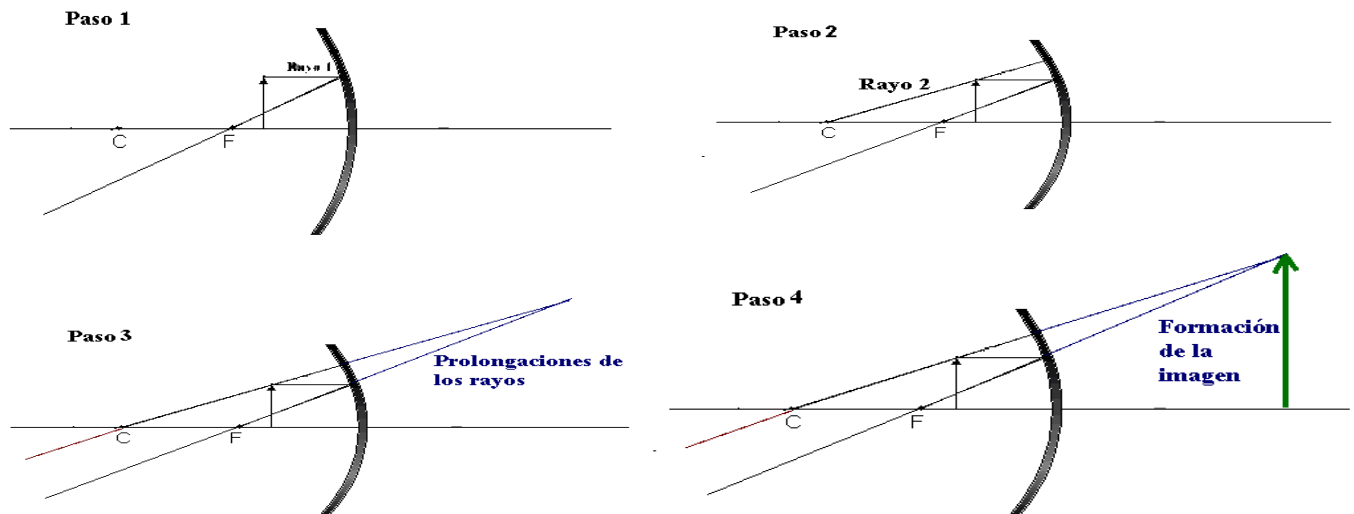
## ¿Cómo se construyen las imágenes?



### Elementos de un espejo esférico



La distancia de F a V se llama **distancia focal (f)**  
V se llama vértice o polo O



Tenemos dos puntos, el **C** que es el **centro de curvatura del espejo**, es el **centro de la esfera de la que forma parte el espejo si este continuara prolongándose en sus bordes**. Y **F**, que se llama **foco**, es el **punto por el que pasan todos los rayos reflejados en el espejo**, se sitúa en un punto que es la **mitad del radio de la esfera**, es decir, la mitad de la distancia entre C, centro, y la superficie del espejo.

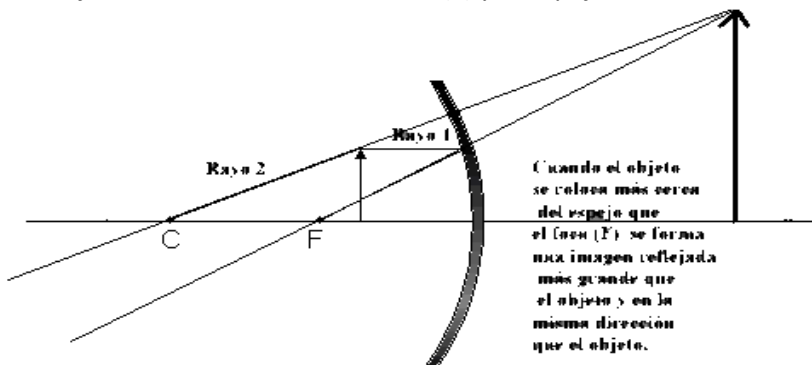
Desde la parte superior del objeto, se traza un rayo paralelo al eje (rayo 1), que pasará por el foco (F) al reflejarse en el espejo. Desde la misma parte superior, se traza otro rayo que pase por C (rayo 2). Este rayo es perpendicular al espejo y saldrá reflejado en la misma dirección, rayo rojo.

El punto donde se corten los dos rayos (o sus prolongaciones) será la parte superior de la imagen. Por último se dibuja la imagen, siempre con la parte de abajo sobre la línea horizontal, ya que el objeto (flecha) lo ponemos apoyado sobre ella.

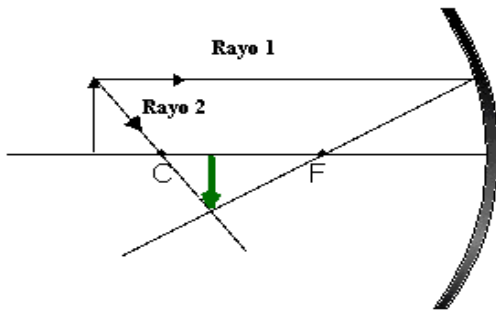
### Casos en el ESPEJO CÓNCAVO

Creando las imágenes con el método anterior y dependiendo de dónde se sitúe el objeto (flecha) en los espejos cóncavos se pueden dar tres casos. Estos espejos son como los de "tocador", para maquillarse

1. El objeto está situado entre el foco (F) y el espejo

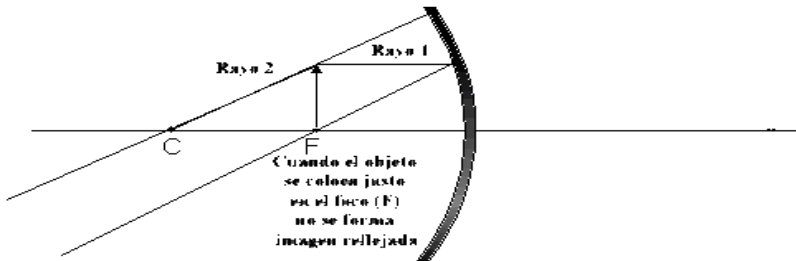


2. El objeto está situado más lejos del foco (F).

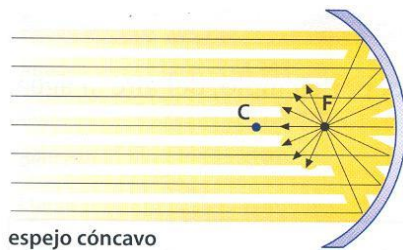
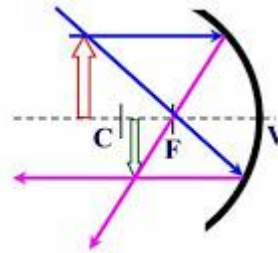


Cuando el objeto se coloca más lejos del espejo que el foco (F) se forma una imagen reflejada más pequeña que el objeto y en dirección inversa a la del objeto.

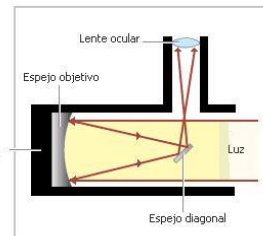
3. Cuando el objeto se sitúa justo a la misma distancia que el foco (F). Ni los rayos reflejados ni sus prolongaciones se cortan, **no se forma imagen**.



Cuando el objeto se coloca justo en el foco (F) no se forma imagen reflejada

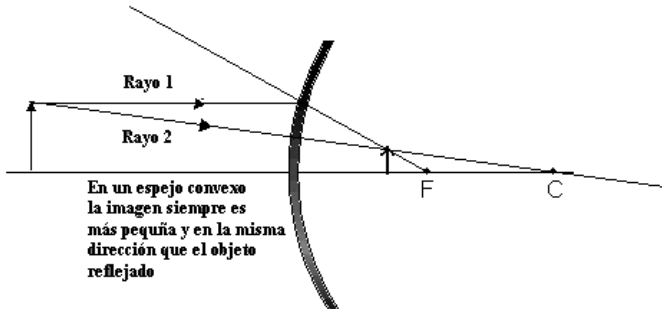


espejo cóncavo

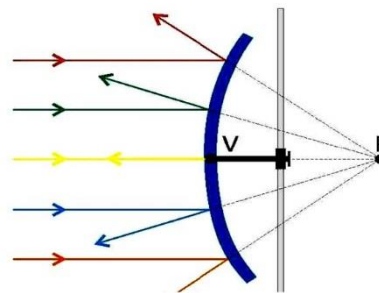


## ESPEJO CONVEXO

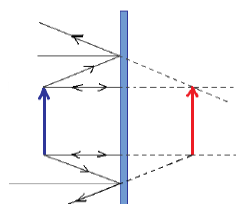
Creando las imágenes con el método anterior, observamos que en este caso, **la formación de la imagen es independiente del punto en que se sitúe el objeto. La imagen siempre es más pequeña y se forma en la misma dirección en que está colocado el objeto, NUNCA INVERTIDA.** Es el tipo de espejo que llevan los retrovisores de los coches, el que se coloca en las tiendas para vigilar a los clientes, el de los cruces sin visibilidad en la calles y carreteras.....En este caso se cruzan detrás del espejo las prolongaciones de los rayos reflejados, como en el primer caso del espejo cóncavo



En un espejo convexo la imagen siempre es más pequeña y en la misma dirección que el objeto reflejado



Espejo plano: forma imágenes virtuales situadas a la misma distancia del espejo que el objeto, del mismo tamaño y derechas



Las imágenes reales se obtienen al cruzarse los rayos reflejados en el espejo. Se recogen en una pantalla.

Se obtienen imágenes reales con espejos esféricos cóncavos, siempre que el objeto esté a la izquierda del foco del espejo:

- 1) Espejo cóncavo - Objeto situado a la izquierda del centro de curvatura:

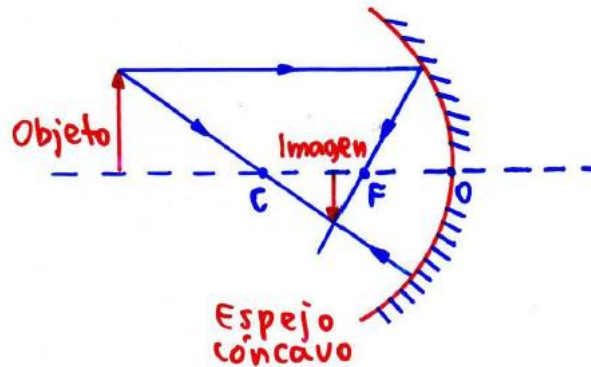


Imagen real, menor e invertida.

- 2) Espejo cóncavo - Objeto situado en el centro de curvatura:

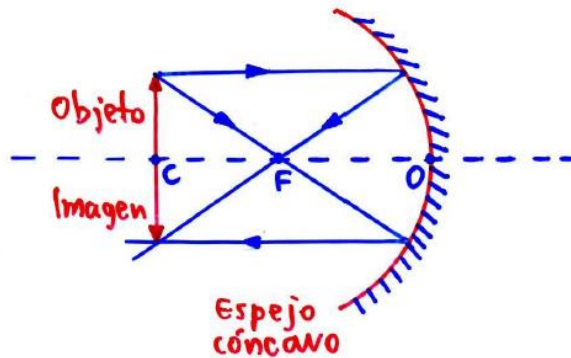


Imagen real, igual e invertida.

3) Espejo cóncavo - Objeto situado entre el centro de curvatura y el foco:

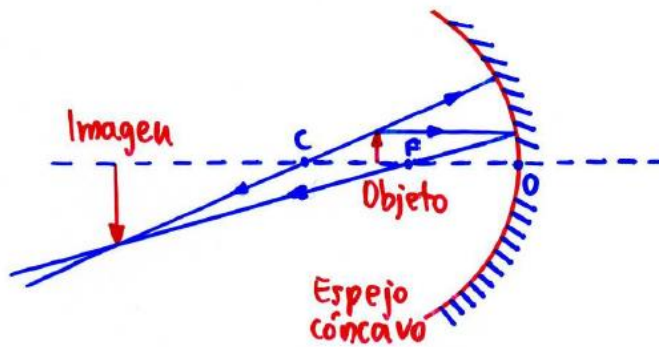


Imagen real, mayor e invertida.

En espejos esféricos cóncavos las imágenes reales salen siempre invertidas.

Cuando los rayos reflejados en el espejo divergen, para obtener la imagen hemos de considerar artificialmente sus prolongaciones hacia atrás; esas prolongaciones de los rayos reflejados se cruzan, dando lugar a una imagen virtual. Esta imagen virtual no se forma sobre una pantalla.

Se obtienen imágenes virtuales con espejos esféricos cóncavos, siempre que el objeto esté entre el foco y el centro óptico del espejo:

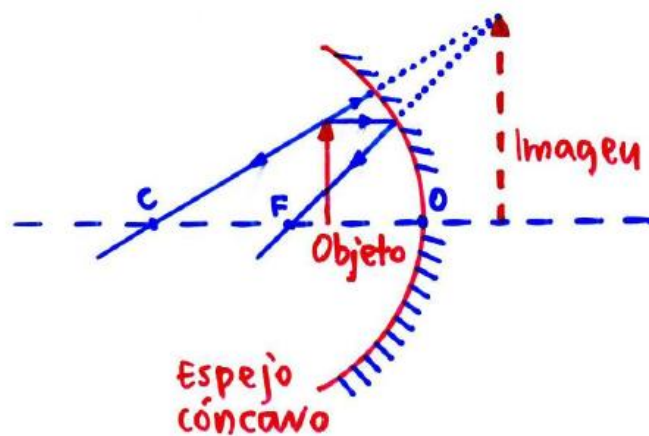


Imagen virtual, mayor y derecha.

También se obtienen imágenes virtuales con espejos esféricos convexos, sea cual sea la posición del objeto:

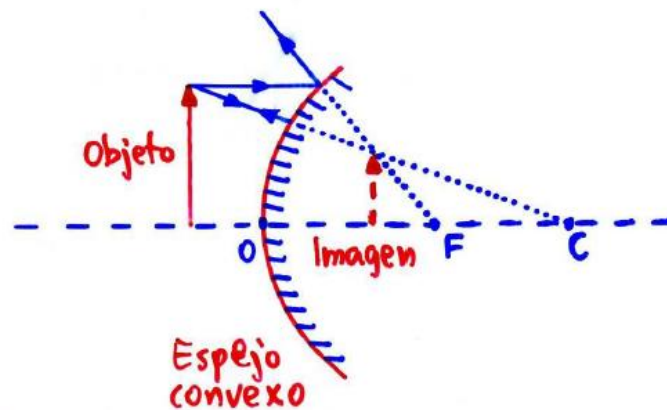
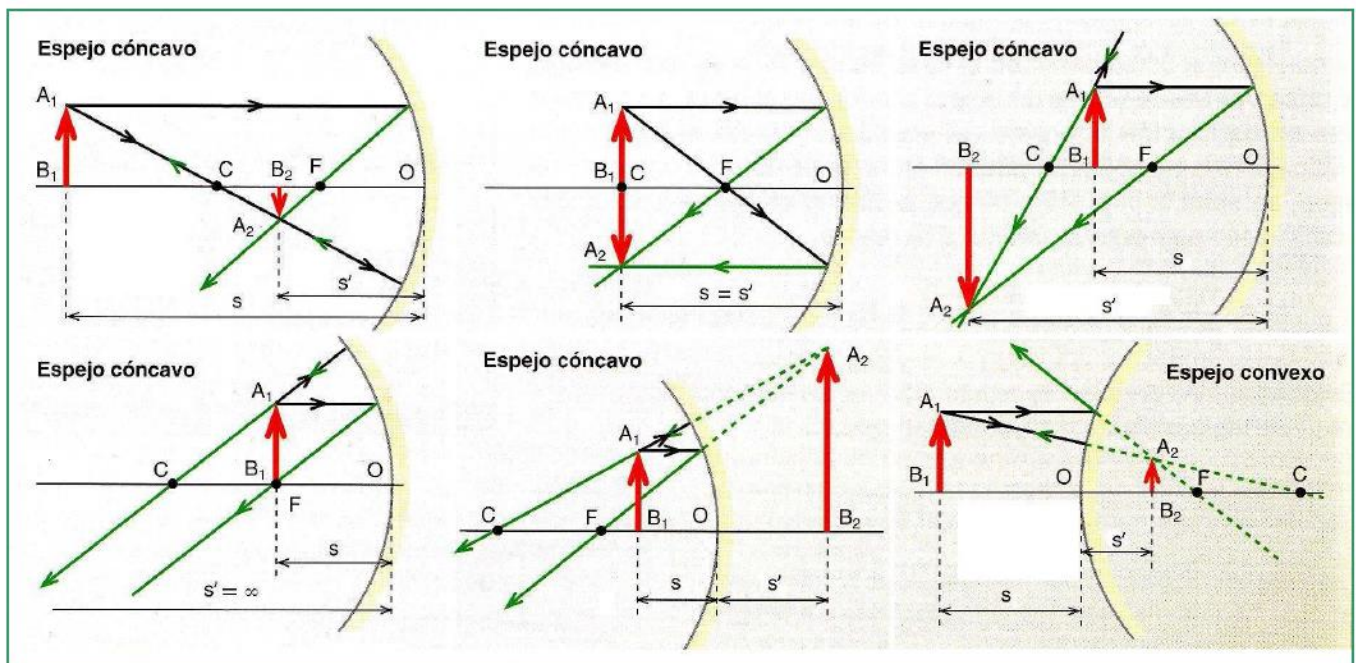


Imagen virtual, menor y derecha.  
 En espejos esféricos, las imágenes virtuales salen siempre derechas.

Recordamos que el ojo humano percibe tanto las imágenes reales como las virtuales.

#### CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES EN ESPEJOS



#### Fórmulas

Ecuación fundamental del espejo esférico:

### Fórmula de Descartes

Es una ecuación matemática que relaciona las posiciones del objeto y la imagen con la distancia focal

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$$

x : posición del objeto  
x' : posición de la imagen  
f : distancia focal  
R : radio de curvatura

### Tamaño de la Imagen

Se puede determinar analíticamente la altura de la imagen a partir de la siguiente ecuación matemática:

$$\frac{x}{x'} = -\frac{h}{h'}$$

x : posición del objeto  
h : altura del objeto  
x' : posición de la imagen  
h' : altura de la imagen

La distancia focal f es la mitad del Radio R

$$\text{distancia focal} = \frac{\text{radio de curvatura}}{2}$$

$$f = \frac{r}{2}$$

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

$$\frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

### Convenio:

En las figuras, la luz incide de izquierda a derecha.

El origen de coordenadas O coincide con el polo o vértice y el eje OX con el eje óptico.

Se sitúa un objeto de 3,5 cm delante de la superficie cóncava de un espejo esférico de distancia focal 9,5 cm y se produce una imagen de 9,5 cm.

- Calcule la distancia a la que se encuentra el objeto de la superficie del espejo.
- Realice el trazado de rayos y determine si la imagen formada es real o virtual.

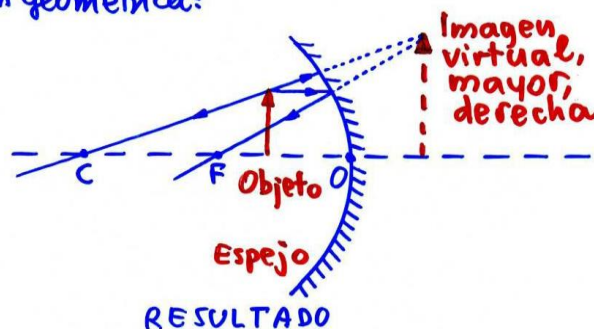
1) Consideremos primero el caso de imagen **derecha** :  $y' = 0,095m$ .

Con las ecuaciones de las distancias (Descartes) y del aumento lateral, y sin olvidar el criterio de signos, planteamos el sistema de ecuaciones cuya solución da el resultado.-

$$\begin{cases} \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \\ A = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \end{cases} ; \text{ sustituyendo: } \begin{cases} \frac{1}{s_1} + \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{-0,095} \\ \frac{0,095}{0,035} = -\frac{s'_1}{s_1} \end{cases}$$

$s_1 = -0,06 m$  ;  $s'_1 = 0,16 m > 0 \rightarrow$  Imagen virtual

Construcción geométrica:



2) Consideramos ahora el caso de imagen **invertida** :

$$y' = -0,095 \text{ m.}$$

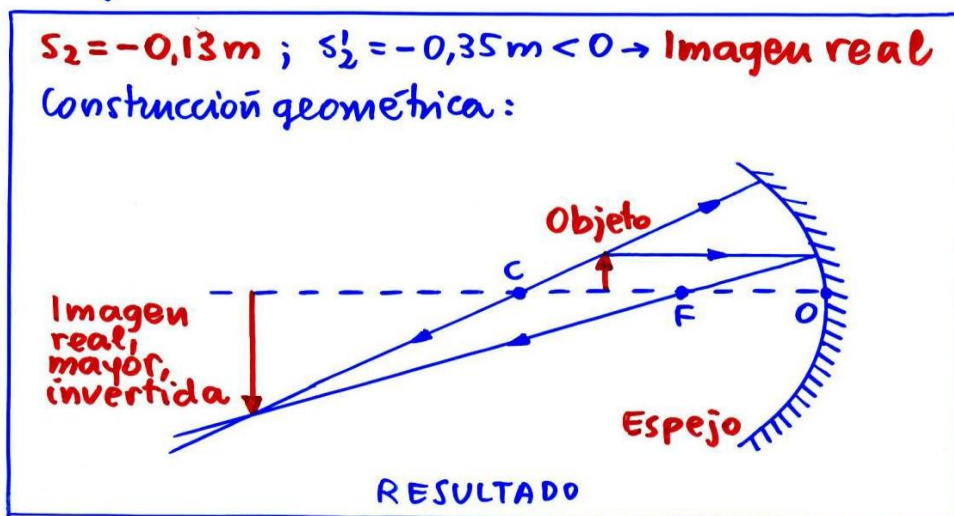
Planteando el sistema de ecuaciones análogo al anterior, tenemos:

$$\begin{cases} \frac{1}{s_2} + \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{-0,095} \\ \frac{-0,095}{0,035} = -\frac{s'_2}{s_2} \end{cases}$$

cuya solución es:

$$s_2 = -0,13 \text{ m} ; s'_2 = -0,35 \text{ m} < 0 \rightarrow \text{Imagen real}$$

Construcción geométrica:

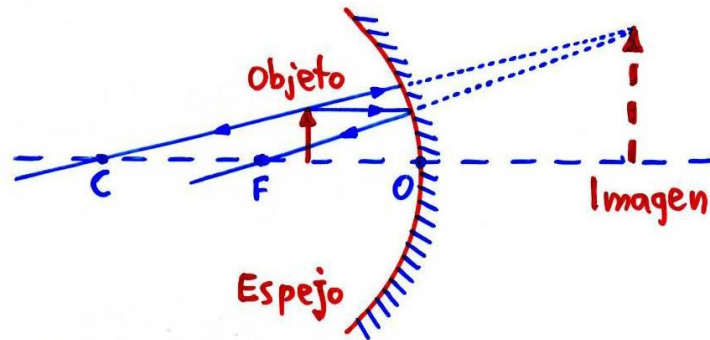


- Explique la posibilidad de obtener una imagen derecha y mayor que el objeto mediante un espejo cóncavo, realizando un esquema con el trazado de rayos. Indique si la imagen es real o virtual.
- ¿Dónde habría que colocar un objeto frente a un espejo cóncavo de 30 cm de radio para que la imagen sea derecha y de doble tamaño que el objeto?

Para obtener, con un espejo cóncavo, una imagen derecha y mayor que el objeto hemos de colocar éste entre el foco y el centro óptico del espejo. La imagen formada es virtual : RESULTADO



Lo comprobamos mediante esta construcción geométrica:



Caso particular:  $r = -30\text{ cm} = -0,30\text{ m}$ ;  $A = +2$   
 Con las ecuaciones de las distancias (Descartes) y del aumento lateral planteamos el sistema:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{r} \\ A = -\frac{s'}{s} \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{-0,30} \\ 2 = -\frac{s'}{s} \end{array} \right. ;$$

Solución:

$$s = -0,075\text{ m}$$

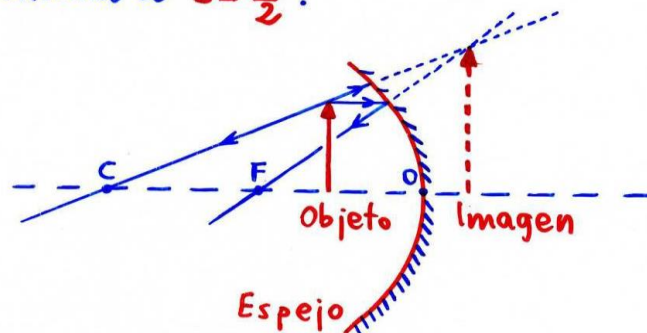
**RESULTADO**

$$s' = 0,15\text{ m}$$

Un objeto luminoso se encuentra delante de un espejo esférico cóncavo. Efectúe la construcción geométrica de la imagen e indique su naturaleza si el objeto está situado a una distancia igual, en valor absoluto, a:

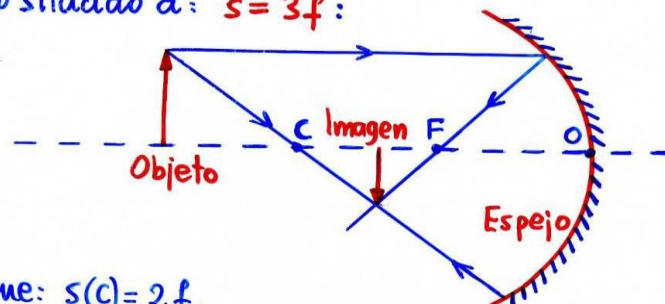
- la mitad de la distancia focal del espejo;
- el triple de la distancia focal del espejo.

a) Objeto situado a  $s = \frac{f}{2}$ :



**Imagen virtual, mayor y derecha : RESULTADO**

b) Objeto situado a:  $s = 3f$ :

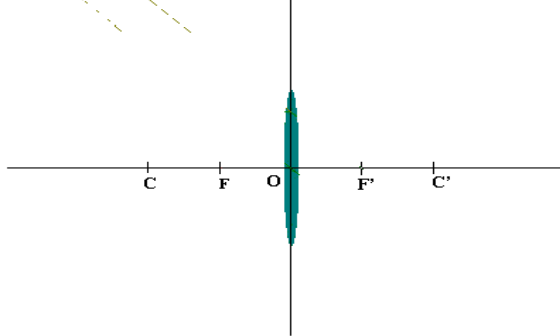


Recordar que:  $s(c) = 2f$ .

**Imagen real, menor e invertida : RESULTADO**

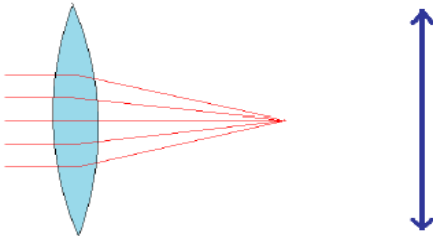
## LENES

En las lentes tenemos una doble superficie que pertenecen a parte de dos esferas, por lo que hay dos puntos que son los centros de esas esferas  $C$  y  $C'$ , y dos focos, como antes, la mitad de los radios de las esferas, es decir, la mitad de la distancia que hay entre el centro  $C$  o  $C'$  y las superficies respectivas de la lente. Tenemos que tener en cuenta, también, otro punto importante, el punto  $O$ , que es el centro del eje de la lente, en la imagen de abajo, el punto de corte de las dos líneas, la horizontal y la vertical

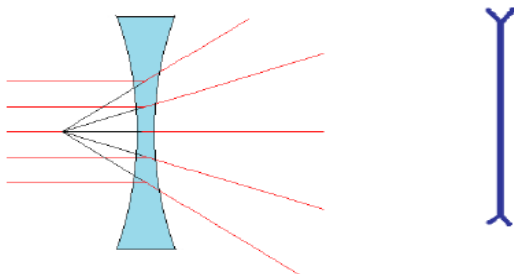


Las lentes se clasifican en:

- A. **Convergentes:** cuando un haz de rayos luminosos, que caminan paralelos al eje del sistema pasa por la lente y al refractarse pasan por un mismo punto.



- B. **Divergentes:** cuando un haz de rayos luminosos, que caminan paralelos al eje del sistema pasa por la lente y al refractarse se separan.

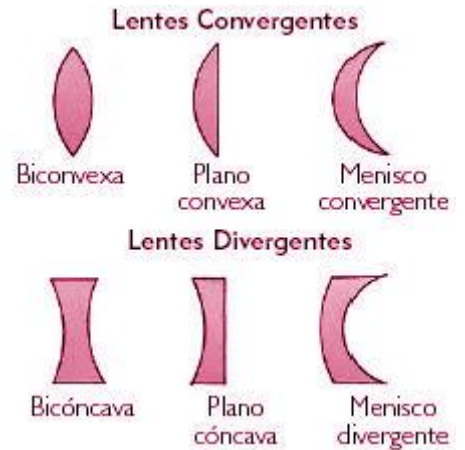


**Lentes convergentes.** Son de mayor espesor en el centro que en los bordes.

**Lentes divergentes.** Son más delgadas en el centro que en los bordes.

## ELEMENTOS DE UNA LENTE

- **Centros de curvatura  $C$ ,  $C'$ ,** son los centros geométricos de las superficies curvas que limitan el medio transparente.
- **Eje principal,** es la línea imaginaria que une los centros de curvatura.
- **Centro óptico  $O$ ,** Es el punto de intersección de la lente con el eje principal.
- **Foco  $F$  y  $F'$ ,** es el punto del eje principal por dónde pasan los rayos refractados en la lente, que provienen de rayos paralelos al eje principal.
- **Distancia focal  $f$  y  $f'$ ,** es la distancia entre el foco y el centro óptico.



## Imágenes producidas por las lentes.

La construcción de imágenes en las lentes, se realizan aplicando las tres propiedades siguientes:

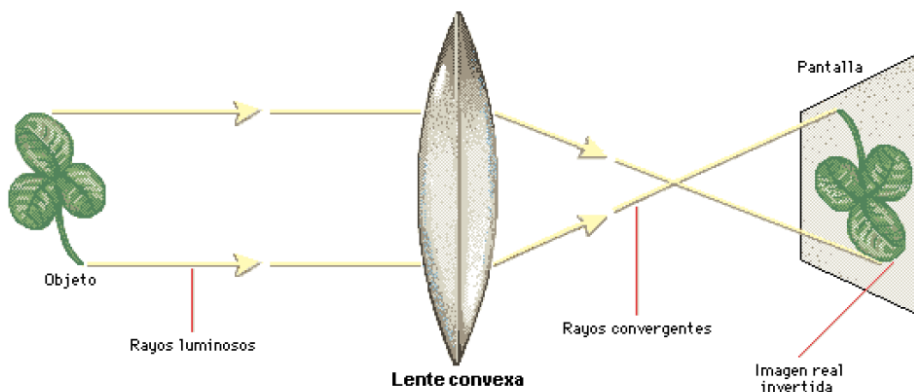
1. Todo rayo paralelo al eje principal, se refracta pasando por el foco.
2. Todo rayo que pasa por el centro óptico, no se desvía.
3. Todo rayo que pasa por el foco, se refracta paralelo al eje principal.

Siendo:  $s$  = distancia del objeto a la lente. Por convenio le tomamos siempre  $< 0$

$s'$  = distancia de la imagen a la lente

$f$  = distancia focal imagen

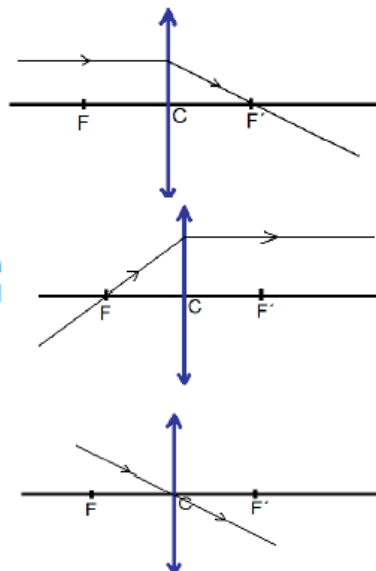
- Si la lente es convergente,  $F'$  es un foco real y  $f > 0$
- Si la lente es divergente,  $F'$  es virtual y  $f < 0$



## Construcción de imágenes en lentes

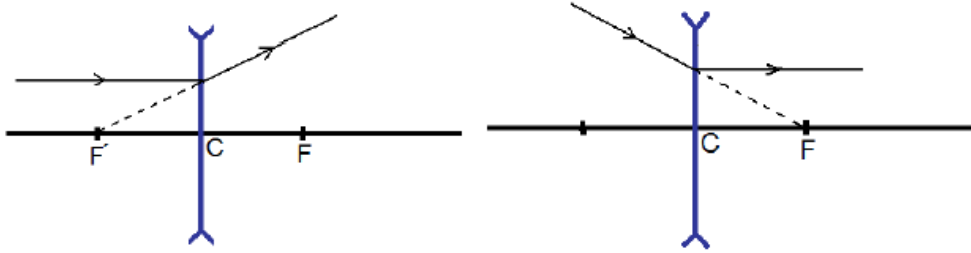
Para la formación de imágenes seguimos las siguientes instrucciones:

- A. Todo rayo que marcha paralelo al eje óptico antes de entrar en la lente, pasa, al salir de ella, por el foco imagen,  $F'$ .
- B. Todo rayo que pasa por el foco objeto,  $F$ , llega a lente y se refracta en ella, emergiendo paralelo al eje óptico.
- C. Todo rayo que pasa por el centro óptico (que es el centro geométrico de la lente) no sufre desviación.

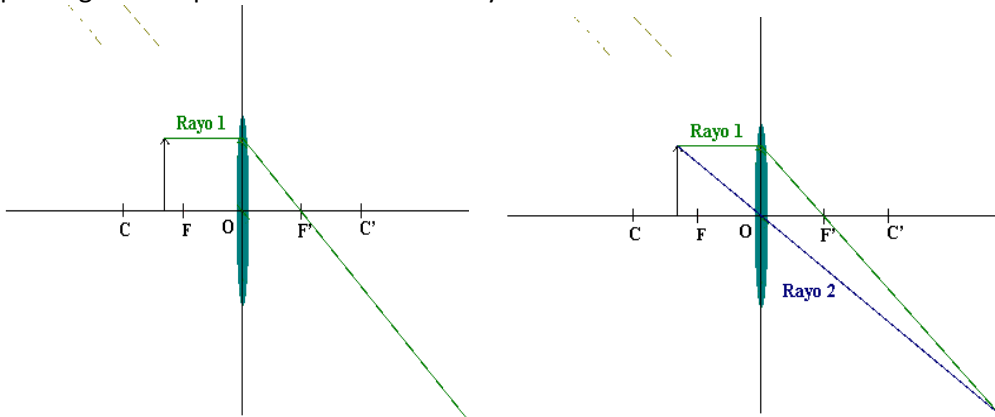


Para localizar el punto imagen que de un objeto da una lente, debemos construir por lo menos la trayectoria de dos de los rayos más arriba mencionados. En el punto de cruce se forma el punto imagen:

Si la lente es divergente, las imágenes se obtendrán gracias a la prolongación de los rayos incidentes



- Rayo 1:** Se dibuja una línea paralela al eje horizontal que sale de parte de arriba del objeto, para llegar a un punto de la línea horizontal que es el eje de la lente, desde ahí se traza otra línea que une este punto con el foco  $F'$ .
- Rayo 2:** A continuación se traza otra línea desde la parte superior del objeto hasta el punto central del eje,  $O$ , y se prolonga hasta que corte a la línea del rayo 1.

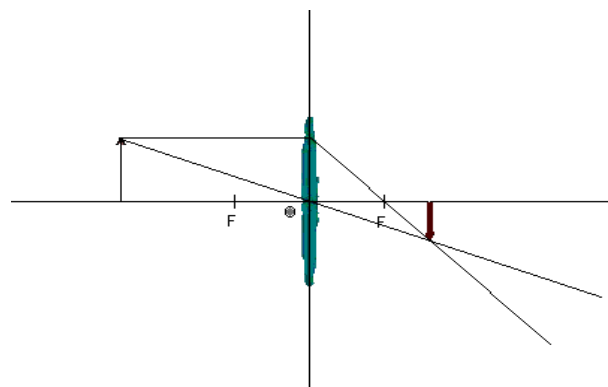
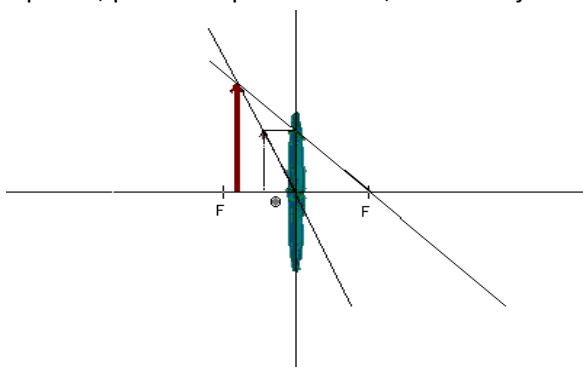
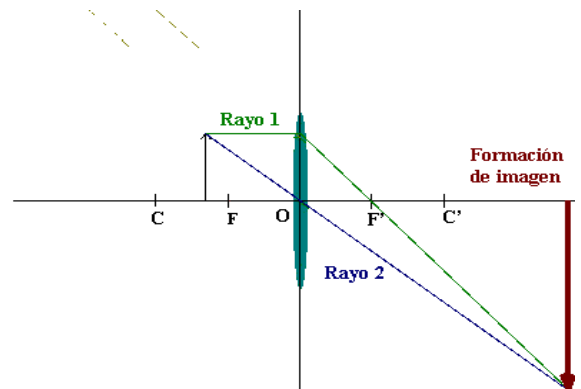


- Formación de la imagen:** Se dibuja la imagen desde el punto de corte de los dos rayos en perpendicular hasta el eje horizontal, teniendo en cuenta que la parte superior de la imagen está siempre en el punto de corte de los dos rayos.

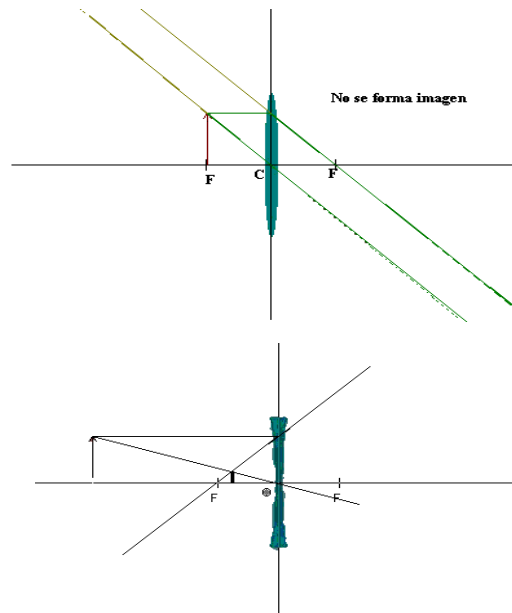
### LENTE CONVERGENTE (BICONVEXA)

En el caso de las lentes biconvexas (convergentes) se nos presentan tres casos, parecidos a lo que pasaba con los espejos cóncavos

- El objeto está situado entre el foco ( $F$ ) y la lente. **La imagen es mayor que el objeto y está en la misma dirección que éste.**
- El objeto está situado más lejos de la lente que el foco ( $F$ ). Si el objeto está muy cerca del foco, es más grande, si está lejos, más pequeña ; pero siempre invertida, "boca abajo".



3. La imagen está colocada a la misma distancia que el foco. NO SE FORMA IMAGEN PORQUE LOS DOS RAYOS NO SE CORTAN.



### LENTE DIVERGENTE (BICÓNCAVA)

En el caso de las lentes divergentes, las imágenes siempre se forman invertidas y más pequeñas que el objeto.

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

### LA ECUACIÓN DE LAS LENTES

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

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

- Si una lente está situada en el aire ( $n=1$ ) y su índice de refracción es  $n$ , se cumple la siguiente relación entre los radios de curvatura  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $n$ , y  $f'$

$$\frac{1}{f'} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

- AUMENTO (A):** En los espejos y en las lentes es la relación entre el tamaño de la imagen ( $y'$ ) y el tamaño del objeto ( $y$ ). Se cumple que:

$$\frac{y'}{y} = \text{Aumento}$$

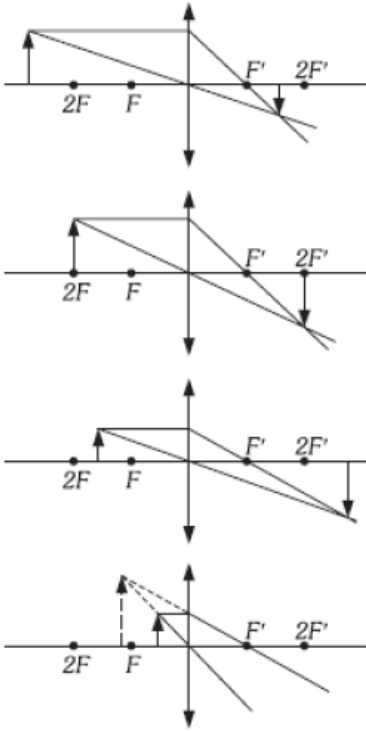
## POTENCIA DE LAS LENTES. DIOPTRÍA

El número inverso de la distancia focal, se denomina **Potencia**. Cuanto menor es la distancia focal de una lente mayor es su potencia.

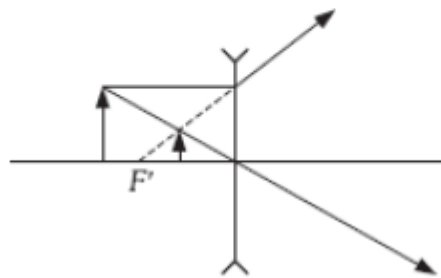
$$\text{Potencia} = \frac{1}{f'}$$

La unidad de la potencia óptica en el S.I. es la **Dioptría**.

### Imágenes en lentes convergentes

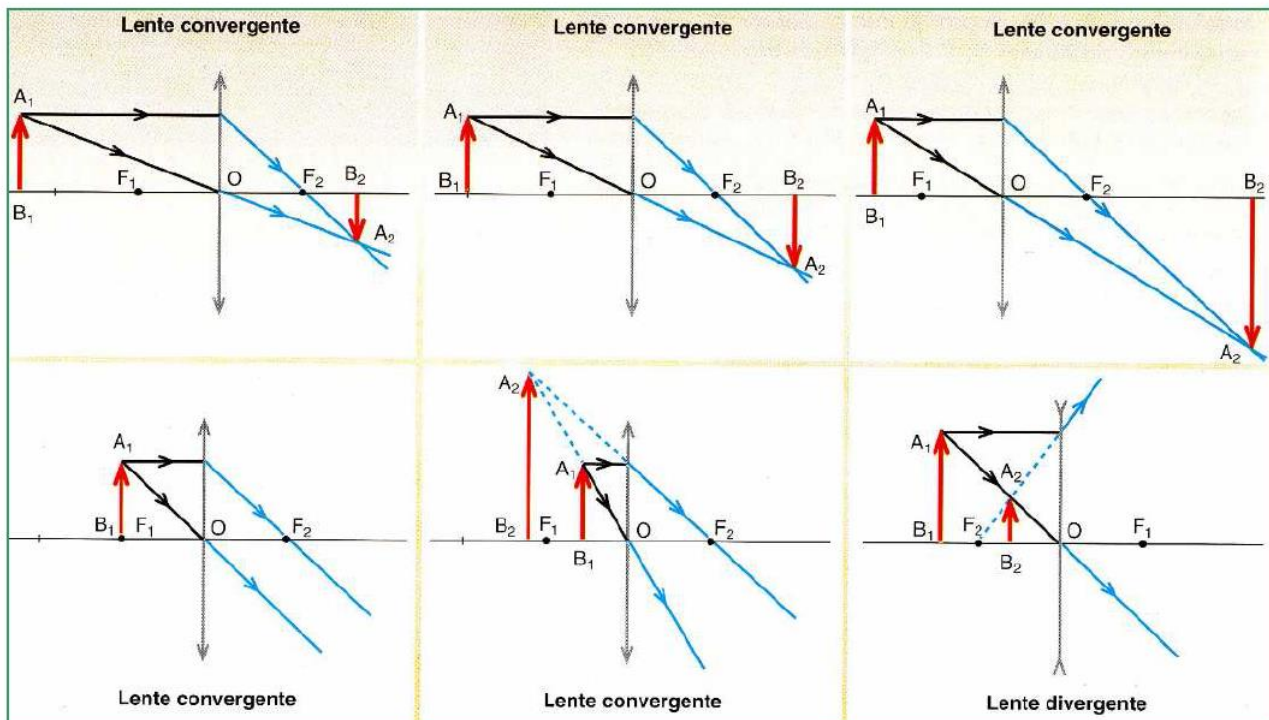


### Imágenes en lente divergente



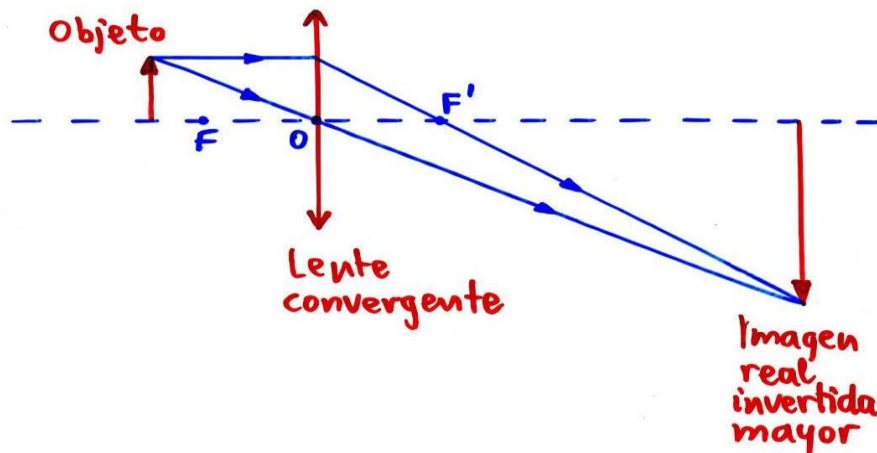
## CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES EN UNA LENTE

UNIVERSO



¿Puede una lente convergente producir una imagen real, invertida y mayor que el objeto?

Una lente convergente si puede formar una imagen real, invertida y mayor que el objeto. La condición es que éste se halle entre  $2f$  y  $f$ , siendo  $f$  la distancia focal objeto. Construcción geométrica:



¿Qué tipo de imagen se obtiene con un espejo esférico convexo?; ¿y con una lente esférica divergente? Efectúe las construcciones geométricas adecuadas para justificar las respuestas. El objeto se supone real en ambos casos.

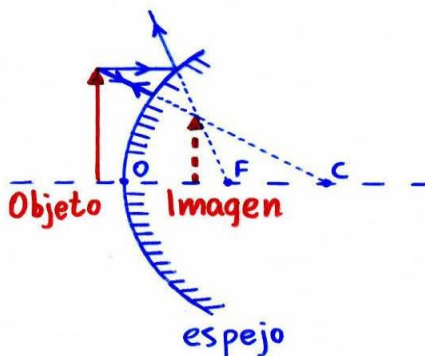
En cualquiera de los dos casos obtenemos una

**imagen virtual, menor y derecha.**

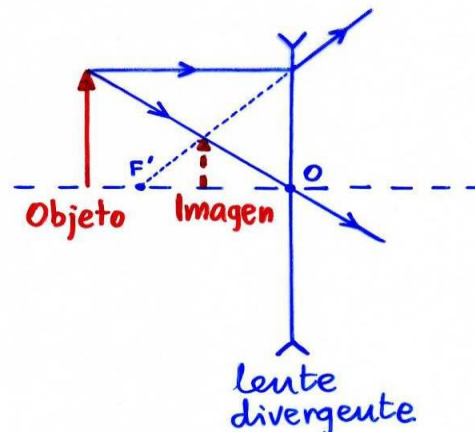
RESULTADO

Lo comprobamos mediante las siguientes construcciones geométricas:

a) Imagen en espejo convexo:



b) Imagen con lente divergente:



5º Una lente convergente con radios de curvatura de sus caras iguales, y que suponemos delgada, tiene una distancia focal de 50 cm. Proyecta sobre una pantalla la imagen de un objeto de tamaño 5 cm.

- Calcule la distancia de la pantalla a la lente para que la imagen sea de tamaño 40 cm
- Si el índice de refracción de la lente es igual a 1,5. ¿Qué valor tienen los radios de la lente y cuál es la potencia de la misma ?

a) Al proyectarse en una pantalla la imagen es real y por tanto invertida

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow s = \frac{s \cdot y'}{y} = \frac{40 \cdot s}{5} = 8 \cdot s$$

$$s' = 8 \cdot s$$

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{-8s} = \frac{1}{50} \Rightarrow \frac{9}{8s} = \frac{1}{50} \Leftrightarrow s = \frac{450}{8} = 56,25 \text{ cm}$$

$$s' = 8 \cdot s = 8(56,25) = 450 \text{ cm}$$

$$s' = 50 \text{ cm}$$

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ Dioptrías}$$

$$P = 2 \text{ Dioptrías}$$

b)

$$P = \frac{1}{f'} = (n-1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = (1,5-1) \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{-r} \right) = 0,5 \left( \frac{2}{r} \right)$$

$$\frac{1}{50} = \frac{0,5 \cdot 2}{r} \Rightarrow r_1 = 50 \text{ cm}$$

$$r_1 = 50 \text{ cm}$$

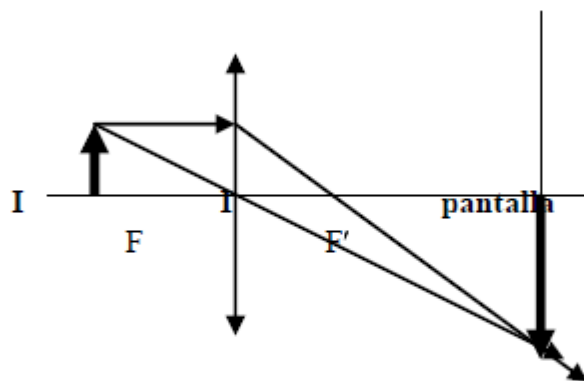
$$r_2 = -50 \text{ cm}$$

6º Un objeto luminoso está situado a 6 m de una pantalla. Una lente, cuya distancia focal es desconocida, forma sobre la pantalla una imagen real, invertida y cuatro veces mayor que el objeto.

- ¿Cuál es la naturaleza y la posición de la lente ? ¿Cuál es el valor de la distancia focal de la lente ?
- Se desplaza la lente de manera que se obtenga sobre la misma pantalla una imagen nítida, pero de tamaño diferente al obtenido anteriormente. ¿Cuál es la nueva posición de la lente y el nuevo valor del aumento ?



Para que la imagen de un objeto sea real e invertida la lente tiene que ser **CONVERGENTE**



$$(1) -s + s' = 6$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow \frac{4 \cdot y}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow s = -4 \cdot s$$

Sustituyendo en (1)

$$-s + (-4 \cdot s) = 6 \Rightarrow -5 \cdot s = 6 \Rightarrow s = -\frac{6}{5} = -1,2 \text{ m}$$

$$s = -1,2 \text{ m}$$

La distancia del objeto a la lente es de  $-1,2 \text{ m}$

$$s' = -4s = -4(-1,2) = 4,8 \text{ m}$$

$s' = 4,8 \text{ m}$  (Imagen real, detrás de la lente)

La distancia de la imagen a la lente es  $4,8 \text{ m}$

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} \Rightarrow -\frac{1}{-1,2} + \frac{1}{4,8} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{5}{4,8} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{4,8}{5} = 0,96 \text{ m}$$

$$f' = 0,96 \text{ m}$$

b)

La pantalla está en la misma posición, lo que cambia es la posición de la

Por tanto se cumple:

$$-s + s' = 6 \Rightarrow s' = 6 + s$$

Como es la misma lente la distancia focal no cambia

$$f' = 0,96 \text{ m}$$

Aplicando:

$$-\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{6+s} = \frac{1}{0,96} \Rightarrow \frac{-1}{(6+s)s} = \frac{1}{0,96}$$

$$\Rightarrow s + 2 = 0,96(-1) \Rightarrow -1 + s + 0,76 = 0$$

$$s = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 1,5,76}}{2} = \frac{-1 \pm 0,6}{2}$$

$$\rightarrow s = -0,8 \text{ m}$$

$$\rightarrow s = -1,2 \text{ m}$$

La solución  $s = -1,2 \text{ m}$  coincide con la del apartado a). Por tanto la solución a éste nuevo apartado es  $s = -4,8 \text{ m}$

$$s = -4,8 \text{ m} \Rightarrow s' = 6 + s = 6 - 4,8 = 1,2 \text{ m} \text{ ( Objeto 4,8 m delante de la lente )}$$

$$s' = 1,2 \text{ m} \text{ ( Imagen 1,2 m detrás de la lente)}$$

$$M_L = \frac{h'}{h} = \frac{f'}{s} = \frac{1,2}{-4,8} = -0,25$$

$$M_L = 0,25 \text{ m}$$

Esto quiere decir que la imagen es más pequeña que el objeto ( La cuarta parte )

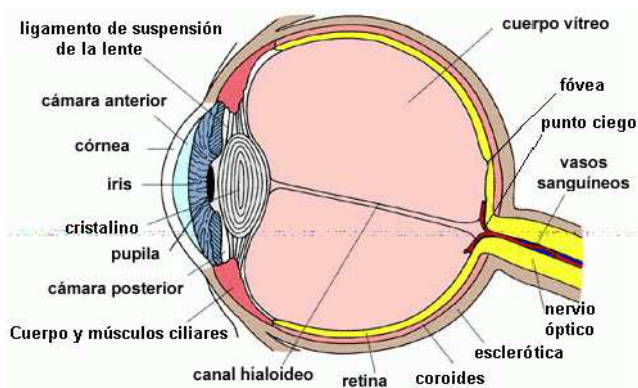
## Instrumentos ópticos

**Lupa.**- Es simplemente una lente convergente de pequeña distancia focal (entre 5 y 10 cm). Se emplea para ampliar la imagen de pequeños objetos colocados dentro de la distancia focal.

**Microscopio.**- para aumentos mayores de los que permite la lupa se recurre al microscopio. Consta de dos lentes convergentes. Una (llamada **objetivo**) se sitúa muy próxima al objeto (de ahí su nombre) que deseamos observar. La imagen formada por esta lente cae dentro de la distancia focal de otra segunda lente (llamada **ocular**), cerca de la que se sitúa el ojo. La imagen real formada por la primera lente actúa como objeto de la segunda, obteniéndose una imagen final muy aumentada.

**Telescopio.**- En los telescopios refractores (los basados en espejos se llaman reflectores), existe una lente convergente de más o menos diámetro en un extremo del tubo del telescopio. En el otro extremo se sitúa el ocular, coincidiendo en distancia con la focal de la lente principal.

## El ojo como instrumento óptico



El funcionamiento del ojo como instrumento óptico es muy parecido al de la cámara fotográfica. El objetivo está formado por la **córnea** y el **cristalino**. Para enfocar las imágenes, el cristalino mediante un anillo de músculos, varía su potencia (este procedimiento se llama *acomodación*). La **retina** es la zona sensible donde se forma la imagen; el diafragma es el **iris**, cuyo diámetro y su variación involuntaria depende de la cantidad de luz que entra en el ojo.

La imagen que el ojo produce de un objeto es real e invertida, pero el cerebro se encarga de que la veamos derecha.

El ojo con un funcionamiento normal, forma la imagen de un objeto sobre la retina.

DEFECTOS DEL OJO		
DEFECTO	CONSECUENCIA	CORRECCIÓN
PRESBICIA O VISTA CANSADA	VEN MAL DE CERCA, PERO BIEN DE LEJOS	CONVERGENTES
MIOPÍA (Exceso de convergencia)	VEN MAL DE LEJOS, PERO BIEN DE CERCA	DIVERGENTES
HIPERMETROPÍA	VEN MAL DE CERCA	CONVERGENTES
ASTIGMATISMO	NO TIENEN VISIÓN CLARA	CILÍNDRICAS
CATARATAS	PÉRDIDA TRANSPARENCIA CRISTALINO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA