

## ESPEJITO, ¿DÓNDE ESTÁ LA IMAGEN?



Banff National Park, Canada

### INDICADORES DE LOGROS

- Verifica las leyes de la reflexión mediante prácticas sencillas
- Obtiene gráficamente la imagen de un objeto en un espejo plano
- Obtiene gráfica y experimentalmente la imagen de un objeto en espejos esféricos cóncavos y convexos
- Aplica las relaciones matemáticas para resolver problemas sobre espejos
- Manifiesta curiosidad intelectual (**CREATIVIDAD**)
- Combina, elige y extrapola la información que posee para resolver problemas de su vida cotidiana
- Demuestra empatía hacia las ideas diferentes a las suyas
- Posee capacidad de análisis y síntesis



## CRA... TE DI VIDA

El CRA o Centro de Recursos de Aprendizaje se alimenta de los trabajos, materiales o ayudas didácticas que surgen de la CREATIVIDAD de Profesores y alumnos. Por eso, podemos decir que la Creatividad le da vida al CRA. Si analiza cuidadosamente, con las letras de C - R - E - A - T - I - V - I - D - A - D se forma la frase C - R - A... T - E D - I V - I - D - A.

Utilice su creatividad y la de sus compañeros de subgrupo para sacarle el máximo provecho a esta guía. En el campo laboral podemos decir que un empresario exitoso o un trabajador eficiente sirven de “espejo” o ejemplo para los demás. Generalmente los empleados que muestran “creatividad” para realizar su trabajo y sobre todo para resolver los problemas que se presentan a diario, son los que “ascienden” y ocupan cargos más importantes y reciben mejor remuneración.



Constantemente se están necesitando personas creativas en todos los campos laborales, aunque existen profesiones donde son indispensables: Los artistas, publicistas, humoristas, diseñadores, caricaturistas, libretistas, trovadores, cirujanos plásticos, investigadores, abogados, profesores, animadores, payasos, bailarines, arquitectos, ingenieros, actores y hasta los desempleados deben ser muy creativos para tener éxito en sus carreras o para sobrevivir.

Con mis compañeros de subgrupo realizaremos un trabajo relacionado con alguna expresión artística (dibujo, música, teatro,...) y lo anexamos al CRA.



## ¿QUÉ SABEMOS SOBRE ESPEJOS PLANOS?

La **creatividad** es el proceso de presentar un problema a la mente con claridad y luego brindar o inventar una idea, concepto, noción o esquema según líneas nuevas o no convencionales. Es la capacidad de ver nuevas posibilidades y hacer algo al respecto.



Una forma **creativa** de explorar lo que sabemos acerca de un espejo es utilizando el juego de PIÉNSALO.

Con mis compañeros de subgrupo, tomamos del CRA un juego de PIÉNSALO y resolvemos el siguiente ejercicio.

**CLASES DE ESPEJOS.** Asocie cada tipo de espejo con su nombre.

1



5



6



4



2



7



3



9



11



8



10



12



A. ESPEJO PLANO  
 B. ESPEJO CÓNCAVO  
 C. ESPEJO DENTAL  
 D. ESPEJO RETROVISOR DE MOTO.  
 E. ESPEJO DE OBSERVATORIO  
 F. ESPEJOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.  
 G. ESPEJO ESFÉRICO DE SUPERMERCADO  
 H. ESPEJO PANORAMICO DE UN CARRO.  
 I. ESPEJO PARABÓLICO (FAROLAS DE UN CARRO).  
 J. ESPEJO CONVEXO.  
 K. ESPEJOS QUE DUPLICAN EL ESPACIO  
 L. ESPEJOS NATURALES

Observe el diseño de la respuesta, ¿Dónde deberá colocar un espejo plano para seguir viendo el mismo diseño? Si se coloca en otras posiciones, ¿Qué conclusiones puedo sacar?



Compartimos las respuestas con el Profesor y solicitamos asesoría si la solución no es correcta.



## REFLEXIÓN DE LA LUZ

En el futuro tendrán más éxito los egresados que se distingan por su elevada creatividad, pues se buscará más que “mano de obra”, “mente de obra” ya que las actividades laborales, en su mayoría, serán realizadas con la ayuda de la tecnología, operativizada por eficientes mentes humanas.

Con mis compañeros de subgrupo, discutimos el contenido del párrafo anterior.

Esta corta **reflexión** nos dará más **luces** para analizar los siguientes temas con mayor eficiencia. Tomaremos los apuntes sobre los puntos claves.

**Concepto de reflexión de la Luz.** Se denomina reflexión de la luz al cambio brusco que experimentan en su dirección los rayos luminosos que chocan contra una superficie.

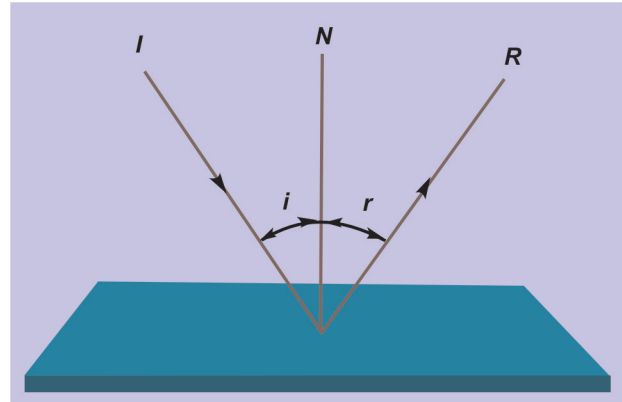
Toda superficie donde los rayos de luz se reflejan constituye un espejo. Son ejemplos de espejos: las aguas tranquilas de un lago, una lámina de metal o un vidrio pulido. Todos los cuerpos son superficies reflectantes, ya que son visibles porque reflejan la luz que reciben del Sol.

La reflexión de la luz es un fenómeno conocido por todos desde los primeros años de infancia, pues desde entonces, vemos la imagen que produce de nosotros un espejo, o el reflejo que se produce sobre una superficie de agua.

**Elementos de la reflexión.** Para describir la reflexión de la luz debemos considerar una serie de elementos que se pueden apreciar en la figura:

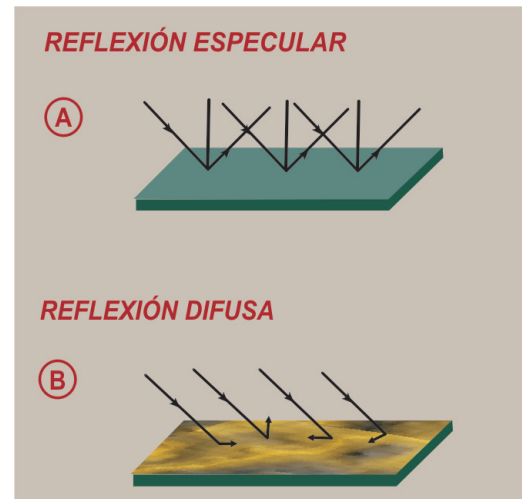


- **El rayo incidente (I)**, que es el rayo que se dirige hacia la superficie.
- **El rayo reflejado (R)**, que es el rayo que se aleja de la superficie después de la reflexión.
- **La normal (N)**, que es la línea recta imaginaria perpendicular a la superficie reflectora en el punto donde se produce la reflexión.
- **El ángulo de incidencia (i)**, que es el ángulo formado por la normal y el rayo incidente.
- **El ángulo de reflexión (r)**, que es el ángulo formado por la normal y el rayo reflejado.



### Clases de reflexión

- **Reflexión especular o regular.** Es la que tiene lugar en los espejos, en donde un haz de rayos paralelos, después de ser reflejados, continúan siendo paralelos (A). Por esta razón los rayos que provienen del sol y llegan a un espejo, pueden ser proyectados sobre una pared.
- **Reflexión difusa o difusión.** Es el fenómeno que se produce, cuando un haz de rayos paralelos incide sobre una superficie rugosa o no pulida y son desviados en todas direcciones (B).

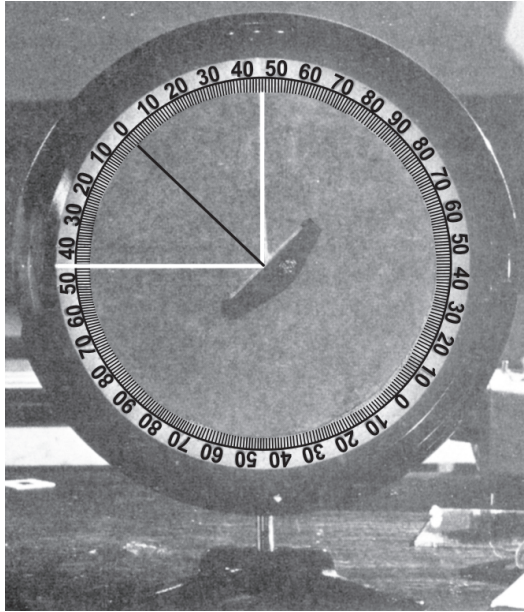


### Leyes de la Reflexión

El ayudante del subgrupo tomará del CRA o del laboratorio de Física, un disco óptico, un espejo plano, una cartulina negra tamaño media carta y la fuente luminosa para realizar entre todos las siguientes prácticas.



**EJERCICIO PRÁCTICO 1.** Coloque en el disco óptico un espejo plano, de manera que quede perpendicular a la línea de cero y sobre la superficie del espejo haga incidir un fino haz de rayos: a) Perpendicularmente al espejo, siguiendo la línea 0 - 0. b) Formando con la normal, ángulos sucesivos de 45, 60 y 75 grados.



Se observa que cuando un haz de rayos incide perpendicularmente al espejo, la reflexión tiene lugar por el mismo camino. Cuando el haz de rayos incide sobre el espejo formando ángulos de 45°, 60° y 75 grados, los rayos se reflejan formando los mismos ángulos de incidencia.

**Primera Ley: el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.**

$$\angle i = \angle r$$

i = ángulo de incidencia.  
r = ángulo de reflexión.

Es posible que su Institución no tenga disco óptico ni lámpara de experimentación. En este caso, haga uso de su **creatividad** y adapte los elementos requeridos a sus posibilidades; reemplace el disco óptico por un círculo de cartulina que haga las veces de transportador y la lámpara de experimentación puede ser reemplazada por una linterna. Además, puede buscar la forma de producir **haces luminosos**, en vez de producir un **cono de luz**. Recuerde que cuando el haz luminoso es bastante fino recibe el nombre de **rayo de luz**.

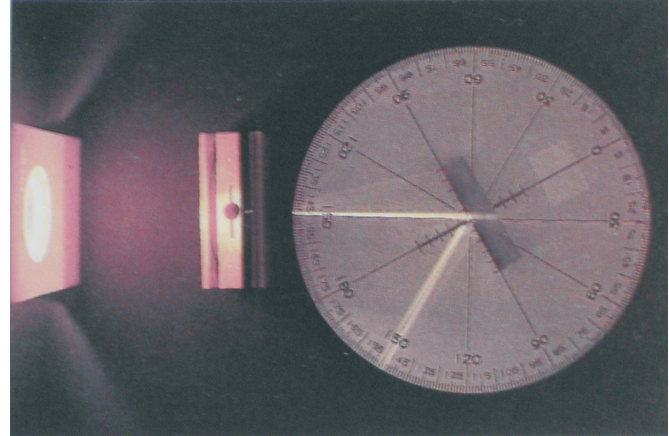
## EJERCICIO PRÁCTICO 2.

a) Coloque un espejo plano sobre una mesa y perpendicularmente a él, un cartón negro. Haga incidir un rayo de luz sobre el espejo y desplace lentamente la fuente productora del rayo hasta que éste roce la superficie de cartón. Observe que el rayo reflejado también roza la superficie de cartón, de lo cual se puede concluir que el rayo incidente y el rayo reflejado pertenecen a un mismo plano.

Como la normal pertenece a la superficie de cartón, se puede generalizar diciendo que **el rayo incidente, el rayo reflejado y la normal se encuentran en un mismo plano.**



b) Coloque en el disco óptico un espejo plano sobre la línea 90 - 90, de tal manera que la línea 0 - 180 sea la normal y sobre la superficie del espejo haga incidir un rayo de luz, formando un ángulo de incidencia de  $30^\circ$ .



Se observa que el rayo incidente, el rayo reflejado y la normal se encuentran en el mismo plano. Además, se observa que el ángulo de reflexión también mide  $30^\circ$ .

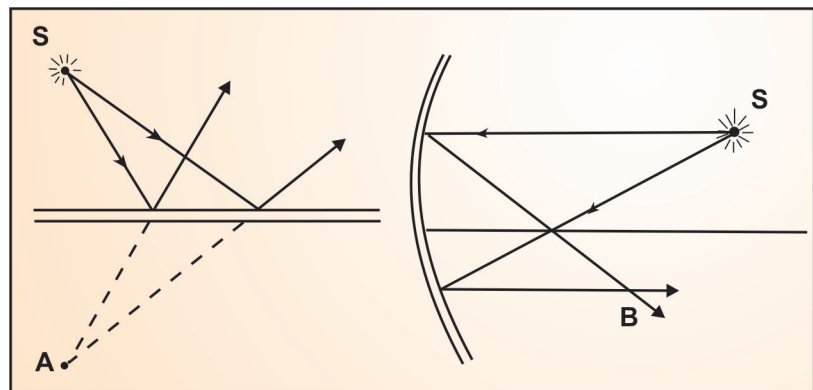
**Segunda Ley: el rayo incidente, la normal y el rayo reflejado se encuentran en el mismo punto.**

Compartimos las prácticas con el Profesor y continuamos analizando los temas que siguen, **demostrando nuestra capacidad de análisis y síntesis** para consignar lo esencial en el cuaderno.

## IMÁGENES EN LOS ESPEJOS PLANOS

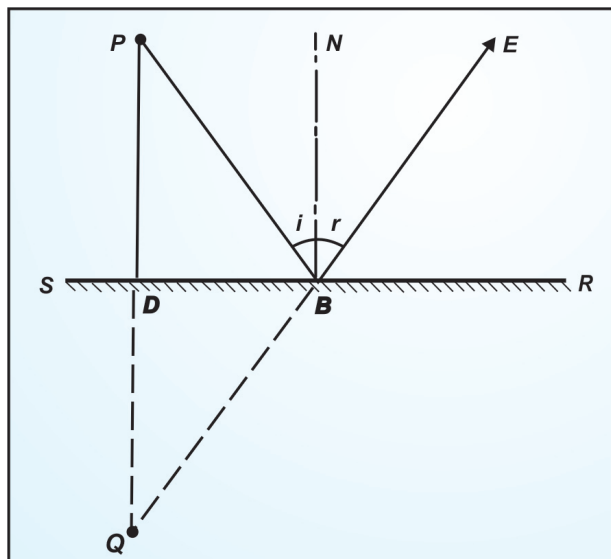
**Imagen.** Es la sensación visual producida por los rayos luminosos, que partiendo de un objeto llegan a los ojos después de haberse reflejado en un espejo.

Observe la figura: en el primer caso los rayos procedentes del objeto S al incidir sobre un espejo plano, se reflejan en forma divergente, luego los rayos no se cortarán, en cambio sí se cortarán sus prolongaciones en A. El punto A resulta ser una **imagen virtual**.



En el segundo caso, los rayos al incidir sobre un espejo **curvo** y reflejarse resultan convergentes, luego los rayos sí se cortan en B. El punto B resulta ser una **imagen real**.

Las imágenes reales se pueden recoger en pantallas, las virtuales no.

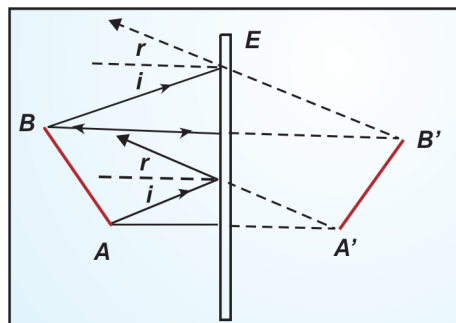


**Imagen de un punto.** Para encontrar la imagen de un punto, dada por un espejo plano, basta tomar en consideración dos rayos cualesquiera que partan del punto y se reflejen en el espejo de acuerdo con las leyes ya estudiadas.

Sea P el punto objeto y considere los rayos PB y PD que inciden sobre un espejo plano SR. Trazamos la normal N en el punto B, la normal DP en el punto D y los rayos reflejados BE y DP se observa que resultan divergentes y que solamente sus prolongaciones se cortarán por detrás del

espejo en un punto Q que viene a ser la **imagen del punto P**.

**Imagen de un objeto.** Considere como objeto la recta AB colocada delante del espejo E. Para hallar la imagen A'B' de la recta, basta con encontrar las imágenes A' y B' de sus dos puntos extremos A y B, como se explicó en la figura anterior y unirlos.



**La imagen de un objeto es virtual y simétrica del objeto con relación al espejo y de igual tamaño que el objeto.**

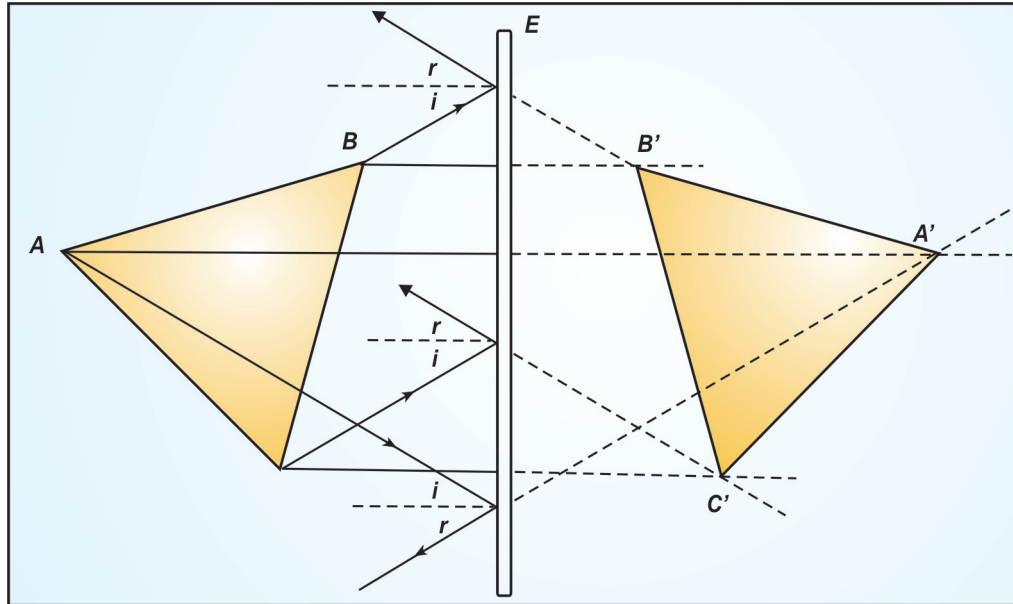
Con mis compañeros de subgrupo, analizamos los siguientes ejemplos y resolvemos los problemas propuestos, teniendo en cuenta lo que dijo Gardner:

“La creatividad puede estar manifestada en las habilidades extraordinarias de resolver problemas o de plantearlos, o ser sencillamente virtuoso o diestro”.





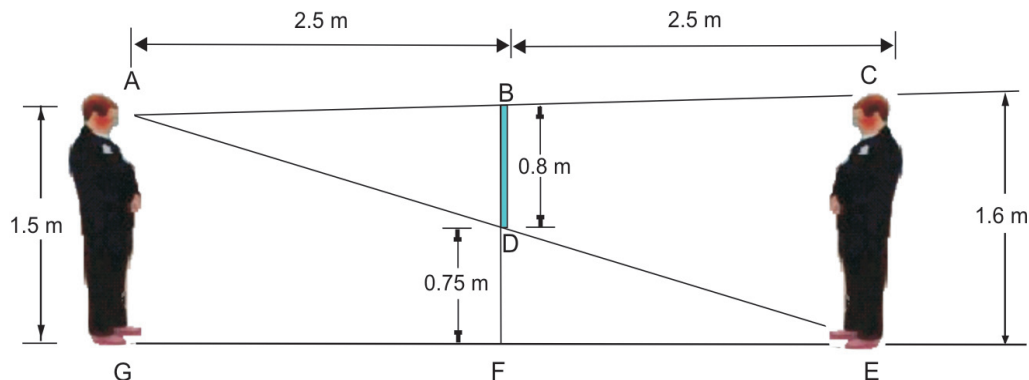
**EJEMPLO 1.** Hallar la imagen de un triángulo equilátero de 4 cm. de lado, dada por un espejo plano (E).



Observe que de cada vértice del triángulo ABC (objeto) salen 2 rayos cuyas prolongaciones se encuentran en  $A'$ ,  $B'$  y  $C'$  que son los vértices del triángulo imagen.

**EJEMPLO 2.** Una persona tiene 1.6 metros de altura y puede ver su imagen en un espejo plano situado a 2.5 metros de distancia delante de él. Si sus ojos están a la altura de 1.5 metros del suelo, se pide determinar la dimensión más corta que debe tener un espejo y la altura a que se debe encontrar del suelo.

### a. Método gráfico



Utilizando una escala de 1:50 (1 cm del dibujo representa 50 cm de la realidad), podemos concluir que el espejo debe medir 80 cm (1.6 cm en el dibujo) y debe encontrarse a 75 cm del suelo (1.5 cm en el dibujo).

## b. Método Geométrico

Considerando los triángulos ABD y ACE, por ser semejantes (tienen los 3 ángulos congruentes), se puede plantear la siguiente proporción:

$$\frac{AB}{AC} = \frac{BD}{CE} \quad \left\{ \begin{array}{l} AB = 2.5 \text{ m (distancia persona-espejo)} \\ AC = 5.0 \text{ m (distancia persona-imagen)} \\ BD = \text{Dimensión más corta del espejo.} \\ CE = 1.6 \text{ m (estatura de la persona)} \end{array} \right.$$

$$\frac{2.5m}{5.0m} = \frac{BD}{1.6m} \quad \Leftrightarrow \quad BD = \frac{2.5m \times 1.6m}{5.0m} = 0.8m$$

La dimensión más corta del espejo es de 80 centímetros.

Considerando los triángulos EDF y EAG, por ser triángulos semejantes (tienen los 3 ángulos respectivamente congruentes), se puede plantear la siguiente proporción:

$$\frac{DF}{AG} = \frac{EF}{EG} \quad \left\{ \begin{array}{l} DF = \text{Altura a que se debe encontrar el espejo.} \\ AG = 1.5 \text{ m (altura a la que están los ojos).} \\ EF = 2.5 \text{ m (distancia espejo-imagen).} \\ EG = 5.0 \text{ m (distancia persona-imagen).} \end{array} \right.$$

$$\frac{DF}{1.5m} = \frac{2.5m}{5.0m} \quad \Leftrightarrow \quad DF = \frac{2.5m \times 1.5m}{5.0m} = 0.75m$$

La altura a la que se debe encontrar el espejo del suelo es de 75 cm.

## EJERCICIOS

1. Hallar la imagen de un triángulo rectángulo cuyos lados miden 3cm, 4cm y 5 cm. Ninguno de los catetos queda paralelo al espejo.
2. Hallar la imagen dada por un espejo plano ubicado en el eje "Y" de un plano



cartesiano, de una figura cuyos vértices corresponden a los puntos A (-2, 1), B (- 5,4), C (- 9, 3), D (- 10, - 1), E (- 7, - 4) y F (- 3, - 3).

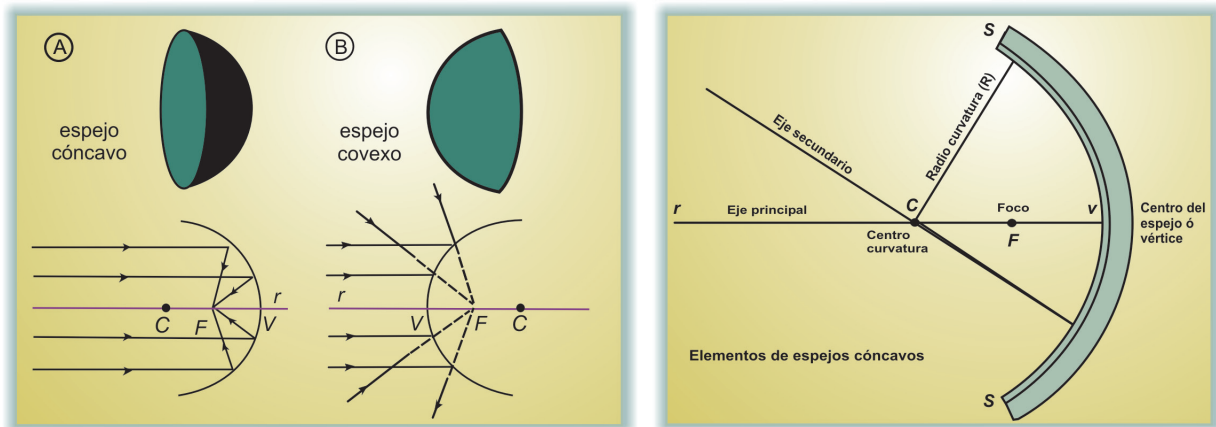
3. Una persona de 1.8 m de altura puede ver su imagen en un espejo situado a 2.0 m. de distancia delante de él. Sus ojos están a una altura de 1.68 metros del suelo, determinar: a) La dimensión más corta que debe tener el espejo. b) La altura a la que se debe encontrar el espejo del suelo. c) Si se duplica la distancia espejo-persona, ¿Cuánto debe medir el espejo?

Compartimos las soluciones con el Profesor y seguimos analizando el tema propuesto a continuación.

## ESPEJOS ESFÉRICOS

Son aquellos cuya superficie reflectora es un casquete esférico. Si la superficie reflectora es la interior recibe el nombre de **espejo cóncavo**, si la superficie reflectora es la exterior se llama **espejo convexo**.

En los espejos esféricos se distinguen los siguientes elementos



**Centro de curvatura (C).** Es el centro de la esfera a la cual pertenece el casquete esférico que constituye el espejo.

**Radio de curvatura (R).** Es el radio de la esfera a la cual pertenece el casquete esférico.

**Vértice (V).** Es el centro del espejo, que también se llama Centro de Figura o polo del espejo.

**Eje Principal (r).** Es la recta que pasa por el centro de curvatura y el vértice.

**Eje Secundario.** Es la recta que pasa por el centro de curvatura, sin pasar por el vértice.

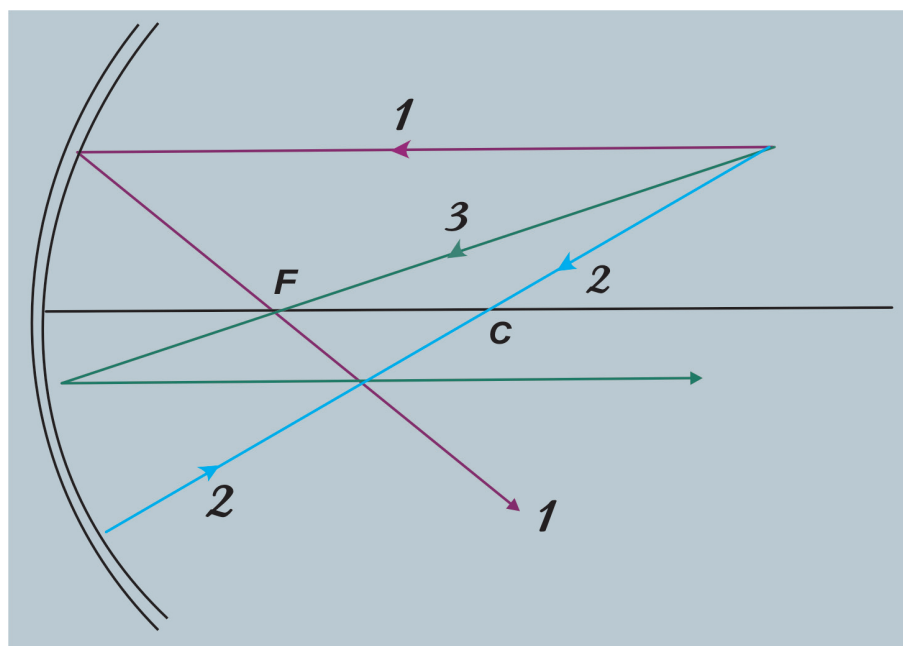
**Sección Principal (SS).** Es la intersección del espejo con cualquier plano que pase por el eje principal.

**Foco (F).** Es el punto en el que se concentran los rayos luminosos que se reflejan, después de llegar al espejo cóncavo, en dirección paralela al eje principal o donde se concentran las prolongaciones de los rayos reflejados en espejos convexos. El foco está exactamente en la mitad, entre el centro (C) y el vértice (V),  $VC = 2f$  ( $f = VF$ ).

### IMÁGENES DADAS POR LOS ESPEJOS CÓNCAVOS

Las imágenes dadas por los espejos cóncavos pueden ser **reales** o **virtuales** ya que los objetos pueden ocupar varias posiciones con respecto al espejo.

Para el trazado de las imágenes de objetos, dadas por espejos cóncavos se utilizan los llamados **rayos notables**:



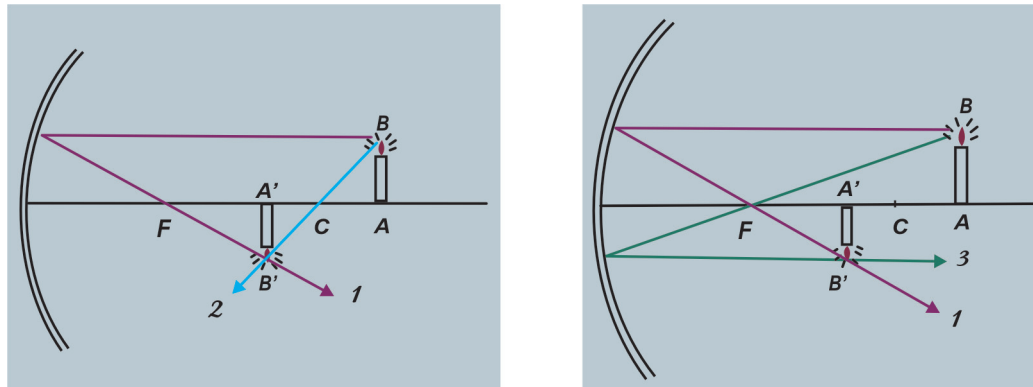
1. Rayo paralelo al eje principal que al reflejarse pasa por el foco (Rayo 1).
2. Rayo que pasa por el centro de curvatura y se refleja por el mismo camino de incidencia (Rayo 2).



3. Rayo que pasa por el foco y se refleja paralelo al eje principal.

De estos rayos notables sólo se necesitan dos para el trazado de imágenes de objetos. Los casos de formación de imágenes que se presentan en los espejos esféricos son cinco:

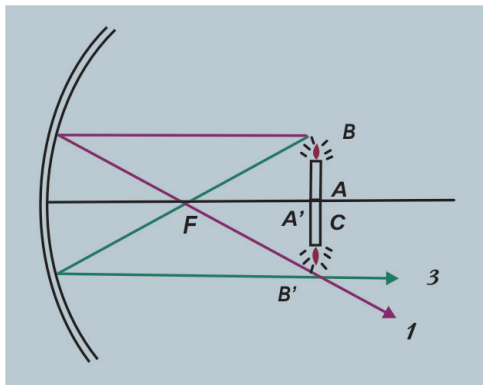
### Caso 1. El objeto se encuentra entre el infinito y el centro de curvatura (C).



La imagen  $A'B'$  del objeto  $AB$  se forma entre el foco ( $F$ ) y el centro de curvatura ( $C$ ) y es **real, invertida y de menor tamaño** que el objeto.

Observe que la primera gráfica utilizó los rayos notables 1 y 2, mientras que la segunda utilizó los rayos 1 y 3. La imagen es igual.

### Caso 2. El objeto se encuentra en el centro de curvatura (C).



La imagen  $A'B'$  del objeto  $AB$  se forma también en el centro de curvatura y es **real, invertida y del mismo tamaño que el objeto**.

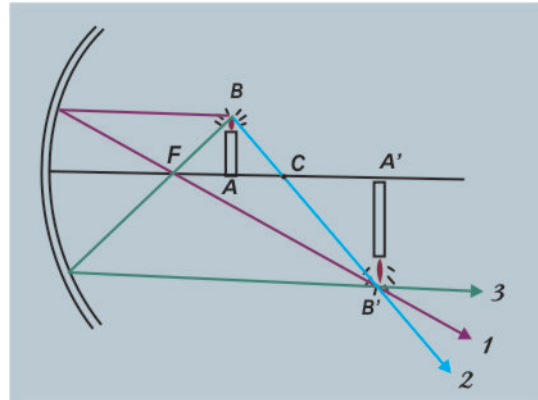
Observe que sólo se pudieron utilizar los rayos notables 1 y 3. ¿Por qué no se pudo utilizar el rayo 2?



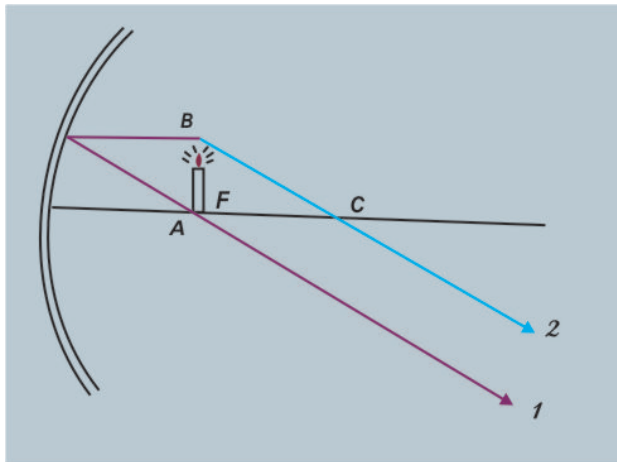
### Caso 3. El objeto se encuentra entre el foco (F) y el centro de curvatura (C).

La imagen A'B' del objeto AB se forma, entre el centro y el infinito y es **real, invertida y de mayor tamaño** que el objeto.

Observe que aquí se utilizaron los tres rayos notables, los cuales se cruzan en el mismo punto.



### Caso 4. El objeto se encuentra en el foco (F).



En este caso no se forma imagen.

Observe que en la gráfica sólo se pudieron utilizar los rayos notables 1 y 2.

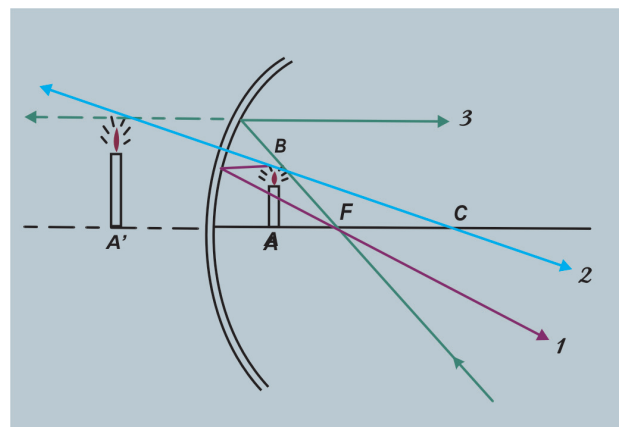
¿Por qué no se utilizó el rayo notable 3?

¿Por qué no se forma imagen?

### Caso 5. El objeto se encuentra entre el foco (F) y el espejo.

La imagen A'B' del objeto AB se forma al otro lado del espejo y es **virtual, derecha y más grande** que el objeto.

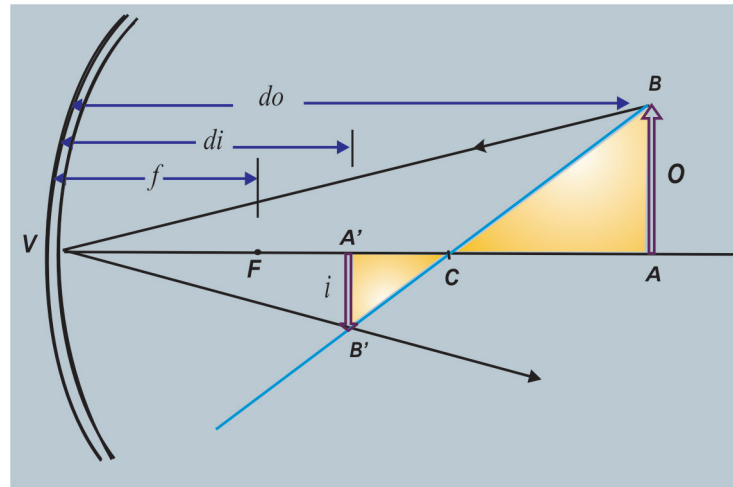
Observe que la imagen virtual se localizó en el cruce de las prolongaciones de los tres rayos notables.





## Ecuaciones de los espejos Cóncavos.

Las dos ecuaciones que se van a deducir permiten determinar el tamaño de la imagen y su posición.



Observe la figura: sea AB un objeto luminoso colocado a la distancia ( $do$ ) del espejo y  $A'B'$  su imagen situada a la distancia ( $di$ ).

Los triángulos ABV y  $A'B'V$  son semejantes, por lo tanto se puede establecer la siguiente relación:

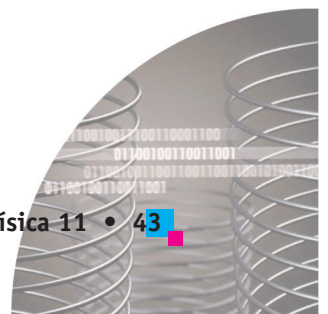
$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{AV}{A'V} ; \text{ es decir}$$

$$\frac{\text{tamaño objeto}}{\text{tamaño imagen}} = \frac{\text{dist. objeto}}{\text{dist. imagen}}$$

En forma más sencilla:  $\frac{o}{i} = \frac{do}{di}$

También, en la figura anterior, los triángulos ABC y  $A'B'C$  son semejantes (son rectángulos y tienen un ángulo agudo igual). Por lo tanto se puede establecer la siguiente proporción:

$$\frac{o}{i} = \frac{AC}{A'C} . \text{ Como } \frac{o}{i} = \frac{do}{di} , \text{ entonces } \frac{do}{di} = \frac{AC}{A'C}$$



De la gráfica se deduce que:  $AC = do - 2f$   
 $A'C = 2f - di$ .

Por lo tanto:  $\frac{do}{di} = \frac{do - 2f}{2f - di}$

$do(2f - di) = di(do - 2f)$  (Multiplicación en cruz)  
 $2fdo - dod_i = dod_i - 2fd_i$  (Propiedad distributiva)  
 $2fd_i + 2fdo = 2dodi$  (Transposición de términos)

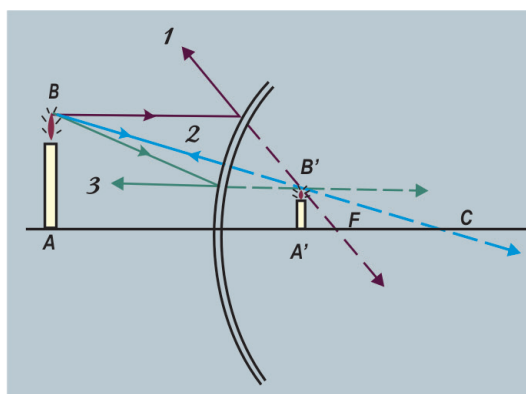
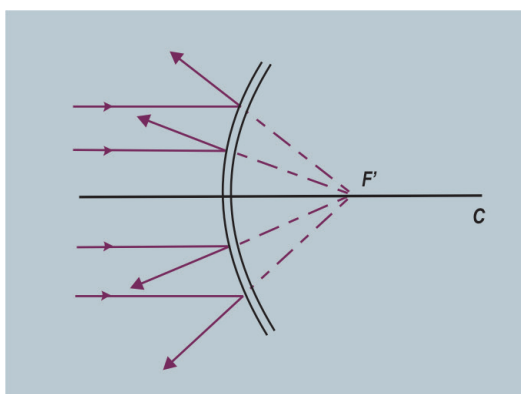
$$\frac{1}{do} + \frac{1}{di} = \frac{1}{f}$$

(División por  $2fdodi$ )

La anterior ecuación es conocida como la **Fórmula de Descartes**, donde las cantidades  $do$ ,  $di$  y  $f$  son positivas si se refieren a distancias medidas delante del espejo.

### Imágenes y Ecuaciones de los espejos Convexos

Para hacer el trazado de las imágenes dadas por los espejos convexos se procede exactamente lo mismo que en los espejos cóncavos, utilizando los **rayos notables**.



Observe en la primera gráfica que el haz de rayos paralelos, una vez reflejados en el espejo, se convierte en un haz divergente, cuyas prolongaciones se cortan en el foco **virtual F'**; en la segunda gráfica, después de utilizar los 3 rayos notables, estos no se cortan sino sus prolongaciones. Los **espejos convexos** dan siempre imágenes de las mismas características: **virtuales, derechas y más pequeñas**.

La fórmula deducida para los espejos cóncavos es también aplicable a los **convexos**, teniendo en cuenta que la distancia focal de los convexos es negativa.



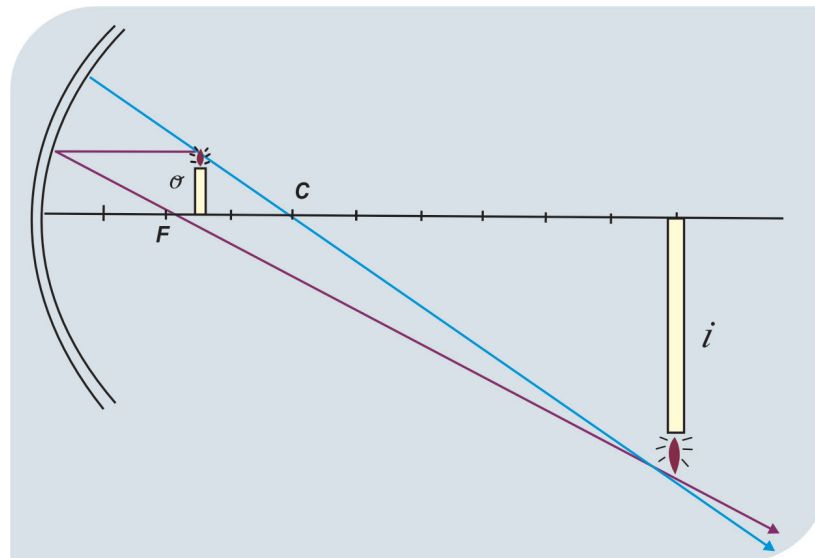


$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = -\frac{1}{f}$$

Con mis compañeros de subgrupo estudiemos los siguientes ejemplos y demos-tremos qué tan creativos podemos ser para **combinar, elegir y extrapolar** la información para resolver los problemas propuestos.

**EJEMPLO 3.** A 25 cm de un espejo cóncavo de 40 cm de radio de curvatura, se coloca un objeto de 10 cm de altura. Hallar gráfica y analíticamente la posición y el tamaño de la imagen.

**a. Gráficamente**



En la gráfica se puede observar que se utilizó una escala 1:10 (un centímetro representa 10 cm); el objeto fue ubicado a 25 cm del espejo (2.5 cm), se trazaron los rayos notables 1y 2 y **la imagen se formó a 100 cm del espejo (10 cm) y tiene un tamaño de 40 cm (4 cm).**

**b. Analíticamente**

Magnitudes Conocidas:

- Distancia objeto:  $d_o = 25 \text{ cm.}$
- Radio de curvatura:  $R = 40 \text{ cm.}$
- Distancia focal:  $f = R/2 = 20 \text{ cm.}$
- Tamaño del objeto:  $o = 10 \text{ cm.}$

Magnitudes Incógnita:

- Posición de la imagen:  $d_i = ?$
- Tamaño de la imagen:  $i = ?$



Se aplica la Fórmula de Descartes para hallar la posición de la imagen:

$$\frac{1}{do} + \frac{1}{di} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{di} = \frac{1}{f} - \frac{1}{do} = \frac{1}{20\text{cm}} - \frac{1}{25\text{cm}} = \frac{5-4}{100\text{cm}} = \frac{1}{100\text{cm}}$$

**di = 100 cm** La imagen se forma a 100 cm del espejo.

Para hallar el tamaño de la imagen, se aplica la fórmula:

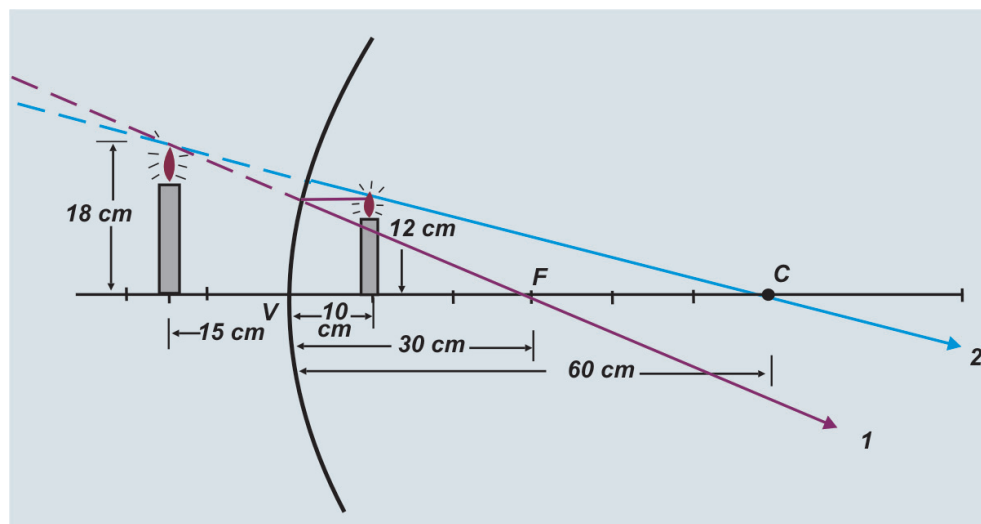
$$\frac{o}{i} = \frac{do}{di}$$

$$i = \frac{o \times di}{do} = \frac{10\text{cm} \times 100\text{cm}}{25\text{cm}} = 40\text{cm}$$

$i = 40\text{ cm}$  La imagen mide 40 cm y es real, invertida y de mayor tamaño que el objeto (caso 3).

**EJEMPLO 4.** Un objeto de 12 cm. de altura está ubicado a 10 cm. de un espejo cóncavo de 60 cm. de radio de curvatura. Determinar la naturaleza, posición y tamaño de la imagen: a) Gráficamente b). Analíticamente

a) Gráficamente.





Observe que se utilizó una escala de 1:10 (un centímetro representa 10 cm); el objeto fue ubicado a 10 cm del espejo (1 cm en el dibujo), el objeto se dibujo con una altura de 12 cm (1.2 cm); se trazaron los rayos notables 1 y 2 y la **imagen** se formó **al otro lado del espejo** a 15 cm del vértice y con un tamaño de 18 cm, **más grande que el objeto**. Además, la **imagen es virtual** por haberse formado con las prolongaciones de los rayos reflejados.

## b) Analíticamente

Magnitudes Conocidas:

Tamaño del Objeto:  $o = 12 \text{ cm}$ .

Distancia objeto:  $do = 10 \text{ cm}$ .

Radio de curvatura:  $R = 60 \text{ cm}$ .

Distancia focal:  $f = R/2 = 30 \text{ cm}$ .

Magnitudes Incógnita:

Posición de la imagen:  $di = ?$

Tamaño de la imagen:  $i = ?$

### Posición de la imagen.

$$\frac{1}{di} = \frac{1}{f} - \frac{1}{do} = \frac{1}{30\text{cm}} - \frac{1}{10\text{cm}} = \frac{1-3}{30\text{cm}} = \frac{-2}{30\text{cm}} = -\frac{1}{15\text{cm}}$$

Si  $\frac{1}{di} = -\frac{1}{15\text{cm}}$ , entonces  $di = -15 \text{ cm}$

La respuesta negativa indica que la imagen se forma **al otro lado del espejo, a una distancia de 15 cm**

### Tamaño de la imagen

Si  $\frac{o}{i} = \frac{do}{di}$ , entonces  $i = \frac{o \times di}{do}$

$$i = \frac{o \times di}{do} = \frac{12\text{cm} \times 15\text{cm}}{10\text{cm}} = 18\text{cm}$$

El tamaño de la imagen es de **18 cm**, la cual es **virtual, derecha y más grande** que el objeto.



EJEMPLO 5. Un objeto colocado frente a un espejo cóncavo da una imagen real aumentada 4 veces. Acercando 10 cm. el objeto al espejo, se forma una imagen virtual con el mismo aumento. Encontrar la distancia focal del espejo.

Magnitudes conocidas:

Primera situación:

Imagen equivale a 4 veces el objeto:  $i = 4o$

Distancia objeto:  $do$

Distancia imagen positiva:  $di$ .

Segunda situación:

Imagen igual a 4 veces el objeto:

$i = 4o$

Distancia objeto:  $do - 10$

Distancia imagen negativa:  $- di$ .

Magnitud incógnita:

Distancia focal del espejo:  $f = ?$

En la situación 1,  $\frac{o}{i} = \frac{do}{di}$ ; pero como  $i = 4o$ , la ecuación queda

$$\frac{o}{4o} = \frac{do}{di} \quad \Leftrightarrow \quad di = 4do \quad (1)$$

Aplicando la fórmula de Descartes:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{do} + \frac{1}{di} \quad (2)$$

$$\text{Reemplazando (1) en (2): } \frac{1}{f} = \frac{1}{do} + \frac{1}{4do} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{f} = \frac{5}{4do} \quad (3)$$

En la situación 2, también se aplica la ecuación  $\frac{o}{i} = \frac{do}{di}$ ,

donde  $i = 4o$ ,  $do = do - 10$  (4) y  $di$  es negativa:

$$\frac{o}{4o} = \frac{do - 10}{-di} \quad \Leftrightarrow \quad di = -4do + 40 \quad (5)$$

Reemplazando (4) y (5) en la fórmula de Descartes.



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{do - 10} + \frac{1}{-4do + 40} = \frac{-4do + 40 + do - 10}{(do - 10)(-4)(do - 10)} = \frac{-3do + 30}{-4(do - 10)^2} \quad (6)$$

Comparando (3) y (6):

$$\frac{5}{4do} = \frac{-3do + 30}{-4(do - 10)^2} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{5}{4do} = \frac{3do - 30}{4(do - 10)^2}$$

$$\begin{aligned} 5(do - 10)^2 &= 3do^2 - 30do \\ 5(do^2 - 20do + 100) &= 3do^2 - 30do \\ 5do^2 - 100do + 500 &= 3do^2 - 30do \\ 5do^2 - 100do + 500 - 3do^2 + 30do &= 0 \\ 2do^2 - 70do + 500 &= 0 \\ do^2 - 35do + 250 &= 0 \end{aligned}$$

Multiplicando en cruz  
 $[(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2]$   
 (Propiedad distributiva)  
 (Trasposición de términos)  
 (Reducción de términos semejantes)  
 (División de cada término por 2)

Esta última ecuación, de segundo grado, se resuelve por factorización:

$$(do - 25)(do - 10) = 0$$

Se aplica la propiedad del producto cero: si  $ab = 0$ ,  $a = 0 \vee b = 0$ .

$$do - 25 = 0 \vee do - 10 = 0$$

$$do = 25 \text{ cm} \quad (7)$$

$$do = 10 \text{ cm}$$

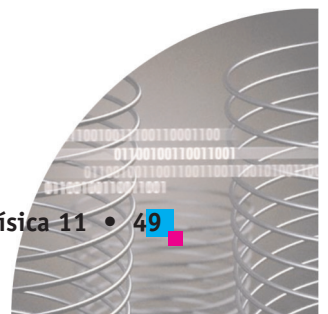
Se descarta esta solución por que en la situación 2, el objeto estaría ubicado en el vértice.

Finalmente, se reemplaza (7) en (3):

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{4do} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{1}{f} = \frac{5}{4(25\text{cm})} = \frac{1}{20\text{cm}}$$

$$\text{Si } \frac{1}{f} = \frac{1}{20\text{cm}}, \text{ entonces } f = 20 \text{ cm}$$

La distancia focal del espejo es de 20 cm.





**EJERCICIOS.** Con mis compañeros de subgrupo, resolvemos los siguientes problemas analítica y gráficamente.

1. La distancia focal de un espejo cóncavo es de 30 centímetros. ¿A qué distancia de este espejo debe colocarse un objeto, para que su imagen se forme a 120 cm del espejo?

40 cm.

2. Un objeto colocado a 50 cm. de un espejo cóncavo, da una imagen real situada a 75 cm del mismo espejo. ¿Cuál es el radio de curvatura del espejo?

60 cm.

3. ¿A qué distancia de un espejo cóncavo de 90 cm de distancia focal, se debe colocar un objeto para que su imagen real tenga la mitad del tamaño del objeto?

270 cm.

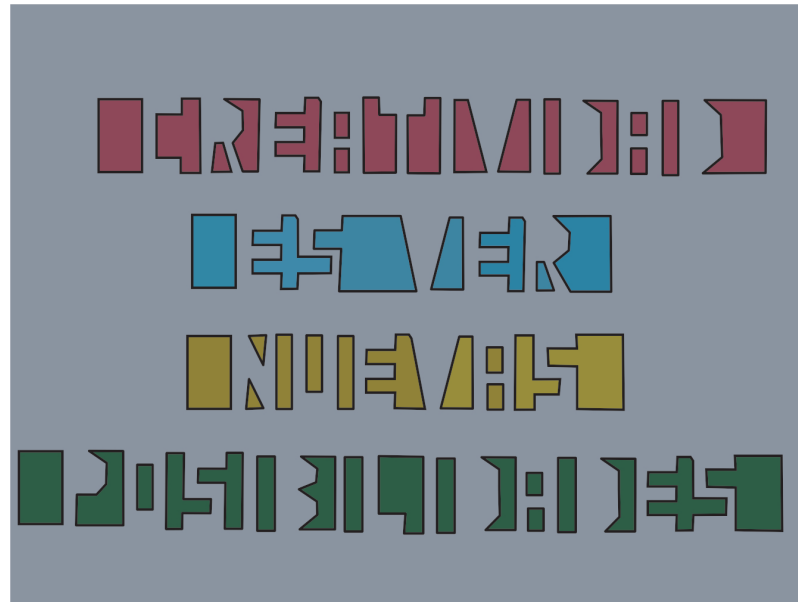
4. Un objeto de 6 cm. de altura está situado a 30 centímetros de un espejo convexo de 40 cm de radio de curvatura. Determinar la posición y el tamaño de la imagen.

- 12 cm, 2.4 cm.

5. Resuelvo el ejemplo 5 gráficamente.

Comparto las soluciones con el Profesor, quien nos dará la asesoría que sea necesaria.





Creatividad es también ir más allá de un problema o intentar poner en **práctica** una solución, produciendo un cambio.

Con mis compañeros de subgrupo realizamos las siguientes prácticas:

### 1. Espejos angulares

Coloque un objeto entre dos espejos planos que formen un ángulo de  $120^\circ$  y cuente el número de imágenes. Repita el experimento con ángulos de  $90^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $45^\circ$   $30^\circ$  y  $20^\circ$ . Los datos obtenidos consígnelos en un cuadro como el que se muestra:

Valor del ángulo ( $x$ )	$120^\circ$	$90^\circ$	$60^\circ$	$45^\circ$	$30^\circ$	$20^\circ$	$x^\circ$
Número de imágenes más el objeto ( $n$ )							
Producto $xn$							

## Conclusiones

- ¿Es constante el producto del ángulo por el número de imágenes, incluido el objeto?
- Obtenga una fórmula para hallar el número de imágenes, dependiendo del ángulo formado por los dos espejos planos.

## 2. Ilusiones ópticas

La creatividad de las personas no tiene límites. Observe las dos fotografías, donde se muestran dos experiencias realizadas con vidrios en lugar de espejos y como objetos se utilizaron 4 velas.



Observe la primera fotografía: la imagen de una vela apagada es una vela prendida; en la segunda fotografía, la mujer tiene el dedo puesto en la llama y no se quema.

Realice esas dos prácticas y responda las siguientes preguntas:

- ¿Dónde debe ubicar la “vela imagen”, con relación al espejo (vidrio), para que se confunda con la imagen?
- Compruebe que la distancia espejo-objeto es igual que la distancia espejo-imagen.
- ¿Qué aplicación puede tener la segunda experiencia?

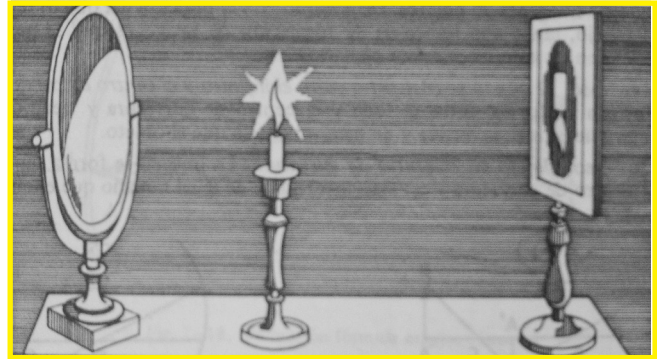




### 3. Imágenes en espejos cóncavos

Para comprender más claramente la formación de imágenes en espejos cóncavos, realice el siguiente experimento:

Coloque el espejo en una posición cualquiera, sitúe frente a él la vela y moviendo la pantalla localice en ella la imagen que se produce.



Cambie de posición la vela (objeto) para ir experimentado los diferentes casos estudiados.

Si el experimento se lleva a cabo con un espejo de 20 cm de distancia focal, se pueden lograr los siguientes resultados:

- Quando la vela se encuentre a una distancia mayor de 40 cm del espejo, la imagen se recoge en la pantalla entre los 20 y los 40 cm.
- Quando la vela se halla a 40 cm del espejo, la imagen se recoge a la misma distancia.
- Quando la vela se encuentra a una distancia mayor de 20 cm y menor de 40 cm del espejo, la imagen debe buscarse más allá de los 40 cm
- Quando la vela se ubica a 20 cm del espejo, no se forma imagen.
- Quando la vela se mueve a una distancia menor de 20 cm del espejo, ya no se recoge la imagen en la pantalla, por ser una imagen virtual.

**4. Una vez informados sobre los espejos y las leyes de reflexión, intentemos por parejas, proponer situaciones que podrían ser resueltas aplicando estos principios.**

Compartimos las prácticas con el Profesor y solicitamos su asesoría cuando sea necesario.



## ¿DESEA SABER MÁS?

EL SER CREATIVO  
MOTIVADO  
A SER PRODUCTIVO

- Si desea saber más, al mismo tiempo que desarrolla su **creatividad**, investigue como construir un PERISCOPIO, hágalo y preséntelo al Profesor como un proyecto de Física, relacionado con espejos.
- Una de las personas **más creativas**, a través de la historia es WALT DISNEY, quien es famoso por la creación de personajes como el ratón MICKEY, el pato DONALD, el perro PLUTO, los TRES CERDITOS, el elefante DUMBO y muchos más.



Consulte la biografía de DISNEY y sintetice sus cualidades sobresalientes que usted pueda tomar como elementos para fortalecer su PROYECTO DE VIDA.

- Consulte las aplicaciones de los espejos planos y esféricos, haga un resumen y compártalo con el Profesor.

DEMUESTRE EMPATÍA HACIA LAS IDEAS DIFERENTES A LAS SUYAS.

## ATENCIÓN:

Para la próxima guía, el Profesor deberá tener disponible (en el CRA o en el laboratorio) los siguientes elementos:

- Fuente Luminosa.
- Pantalla traslúcida.
- Disco óptico.
- Lentes convergentes y divergentes.
- Banco óptico con sus accesorios.



# ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE LA GUÍA

