

Material Complementario

MIROscopio II

Capítulo 3

Reflexión de la luz

Clase 1 Ley de Reflexión	<ul style="list-style-type: none">● Observar el capítulo 3 de la serie.● Guía de autoaprendizaje - Parte I En donde las y los estudiantes deben describir algunas experiencias y deben desarrollar una actividad experimental.	Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 minutos)
Clase 2 Formación de imágenes	<ul style="list-style-type: none">● Uso de simulador GeoGebra para determinar la formación de imágenes en espejos planos y curvos.● Guía de autoaprendizaje - Parte II	Tiempo estimado: 1 hora pedagógica (45 minutos)
Clase 3 Introducción a reflexión total interna	<ul style="list-style-type: none">● Actividad demostrativa - utilizando la estrategia POE, como introducción a la refracción y a la reflexión total interna.	Tiempo estimado: 1 hora pedagógica (45 minutos)

Algunos videos que te pueden inspirar y que puedes utilizar en tus clases:

1. Determinar el foco en un espejo cóncavo: <https://www.youtube.com/watch?v=kqxdWpMOF9c>
2. Experimento sobre la reflexión de la luz en un espejo plano: <https://www.youtube.com/watch?v=EZIWPXTHIU8>
3. Actividad práctica de la ley de la reflexión para estudiantes: <https://www.youtube.com/watch?v=ETF2-Zz3J18>
4. Reflexión de la luz: https://www.youtube.com/watch?v=-_Is2o74aRQ

Antes de comenzar las clases sobre la temática de reflexión de la luz, los y las estudiantes deben haber discutido y comprendido lo siguiente:

- Todos los objetos reflejan la luz que reciben de una fuente, esta puede ser el Sol o por alguna lámpara (fuente artificial). La reflexión ocurre de manera diferente en los diversos materiales, es por eso, que existe la reflexión especular y la difusa.
- Existe un modelo muy aceptado para representar la luz, el cual es a través de rayos o flechas que son dibujados por medio de líneas rectas. Generalmente, en la óptica geométrica se utiliza un solo rayo o máximo tres para dibujar los esquemas en la formación de imágenes, pero los y las estudiantes deben comprender que de un objeto pueden salir millones de rayos de luz.

PROPUESTA CLASE 1

Observar el capítulo 3 de la serie y solicitar a los y las estudiantes qué cosas le llamaron la atención de este, qué preguntas o dudas le surgen después de ver el video.

Guía de autoaprendizaje - Parte I

Autoras: Camila Bustos y Natalí Guzmán (Licenciadas en Ciencias Exactas y en Educación, futuras profesoras de Educación Media en Matemática y Física)

Adaptada por: Profesora María José Carreño

Guía de Autoaprendizaje “Formación de imágenes” - PARTE I Física – 1° Medio	
Nombre:	Curso:
En esta guía trabajarás el objetivo de aprendizaje: OA 11 Explicar fenómenos luminosos, como la reflexión, la refracción, la interferencia y el efecto Doppler, entre otros, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando: <ul style="list-style-type: none">→ La formación de imágenes (espejos y lentes).→ Sus aplicaciones tecnológicas (lentes, telescopio, prismáticos).	En esta guía desarrollarás las siguientes habilidades: <ul style="list-style-type: none">a. Observar y describir detalladamente las características de objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos.b. Usar y ajustar modelos para describir mecanismos para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.
El propósito de esta guía es: Explicar por medio de fenómenos luminosos, como la reflexión y la refracción, la formación de imágenes en espejos y lentes, para describir, basándose en la óptica geométrica, el funcionamiento de algunos dispositivos tecnológicos, como lupas, telescopios, proyectores, prismáticos y fibra óptica (que será visto en el video de la guía).	
Contenido de la Guía: <ul style="list-style-type: none">→ Óptica Geométrica:<ul style="list-style-type: none">→ La reflexión de la luz y la formación de imágenes en espejos planos, cóncavos y convexos.→ La refracción de la luz y la formación de imágenes a través de lentes.	

Reflexión

Antes de comenzar te invitamos a que salgas de tu casa, ¡¡sí, sal y respira un poco!! pero lleva contigo una hoja blanca y un lápiz de tinta o pasta, mira la hoja bajo la luz del sol, ¿cómo la ves? Ahora escribe algo con el lápiz sobre la hoja. Mírala de nuevo ¿qué crees que ocurre con la luz que llega a la hoja? ¿qué le pasa a la luz cuando la hoja está completamente blanca y cuando tiene algo escrito?

En el libro “Física Conceptual” escrito por Paul Hewitt en el 2007, se explica que cuando la página es iluminada con luz blanca, el papel parece blanco, lo cual indica que los electrones emiten todas las frecuencias visibles y existe muy poca absorción. Con la tinta la historia es diferente, excepto por un poco de reflexión, absorbe todas las frecuencias visibles y, en consecuencia, aparece negra.

Todos tenemos por lo menos un espejo plano en nuestras casas o conocemos a alguien que utiliza lentes donde hemos observado nuestro reflejo.

La imagen formada en un espejo plano es de nuestro mismo tamaño, y está derecha, es decir, no nos observamos invertidos.

Escribe en un papel la palabra mano, pégalo en tu mano derecha y ponla frente a un espejo de modo que tu meñique quede pegado al espejo ¿Cómo es la mano reflejada? realiza un diagrama de la situación.

Diagrama	Descripción
	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Sin embargo, nuestro reflejo en el espejo no son los únicos reflejos que hemos observado de nosotros mismos. ¿Recuerdas alguna situación donde tu imagen se haya visto distorsionada? ¿Dónde y por qué crees tú que tu reflejo se vió así?

Reflexión Especular y Difusa

Las siguientes imágenes corresponden al Lago Chungará, que está ubicado en el extremo norte de Chile, en la región de Arica y Parinacota. ¿Qué pueden observar en cada una de ellas? ¿Qué diferencia(s) hay o existen entre estas dos imágenes?



Imagen 1

Imagen 2

¿Qué me pueden decir acerca de la superficie del agua en cada una de las imágenes?

Tal como se observa en las imágenes anteriores dependiendo de la superficie en donde inciden los rayos luminosos, la reflexión de la luz puede ser especular o difusa. Ambas clases de reflexión ocurren con materiales transparentes o con materiales opacos que no transmiten la luz.

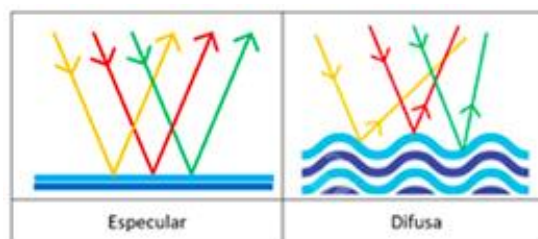


Figura 1: Reflexión especular y difusa.

En la Imagen 1, el agua de la laguna está quieta, lo que provoca que su superficie esté plana y casi lisa, produciendo una reflexión especular, en donde los rayos se reflejan con el mismo ángulo, logrando que la imagen se vea lo más nítida y clara. En cambio, en la Imagen 2 el lago pareciera tener pequeñas olas, por lo que la superficie es irregular, provocando una reflexión difusa, en donde, los rayos son reflejados en diferentes direcciones y con distintos ángulos. Por esta razón, la imagen 2 pierde nitidez y se hace más borrosa.

El caso del espejo plano corresponde a una reflexión del tipo especular, que serán las reflexiones protagonistas en esta guía.

¡Ahora vamos a experimentar!

Necesitarás los siguientes materiales:

1. Dos trozos de **cartón** o una peineta
2. **Linterna** (o fuente de luz similar, puedes usar un celular)
3. Si en tu casa tienes un **láser** ¡¡mucho mejor!! puedes utilizarlo en lugar de los materiales anteriores
4. **Transportador**
5. **Espejo plano**
6. **Hoja blanca o cuadriculada**
7. **Cinta adhesiva de papel**

¿Qué debes hacer?

- En una mesa o base, coloca y pega una hoja cuadriculada o blanca.
- En la mitad de la hoja coloca y pega los dos trozos de cartón, formando una pequeña rendija.
- Ilumina con la linterna a través de la rendija.
- Al otro lado de la rendija, coloca el espejo plano, busca una manera de poder fijarlo.
- La luz, proveniente de la linterna, que atraviesa por la rendija debe incidir en el espejo.
- Ten el transportador a mano para poder medir los ángulos.

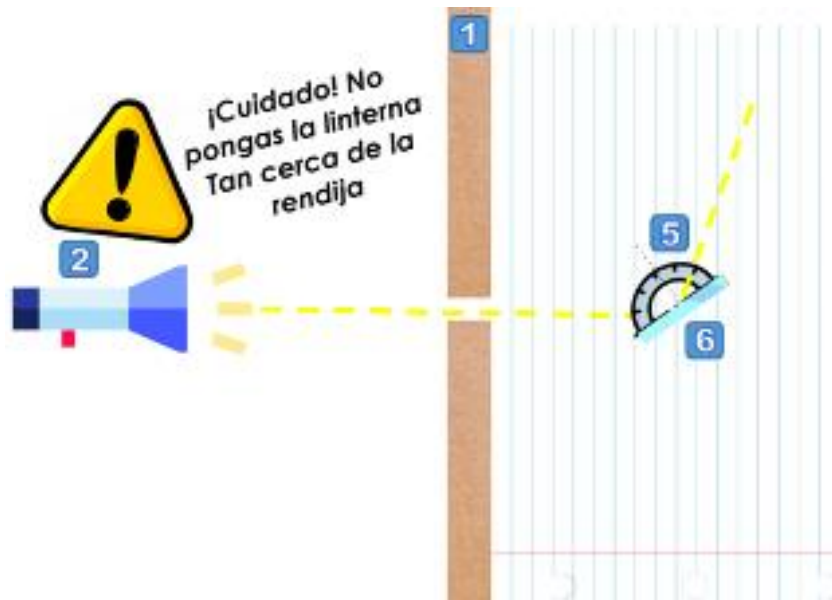


Figura 2: Montaje del experimento utilizando la guía.

¡Manos a la obra!

¿Qué sucede si la luz llega perpendicular al espejo?

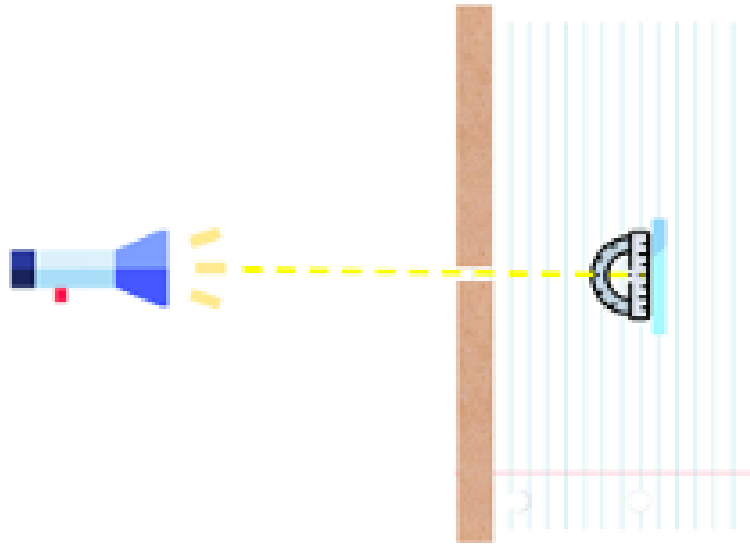


Figura 3: Luz perpendicular al espejo.

Rota el espejo en sentido horario.

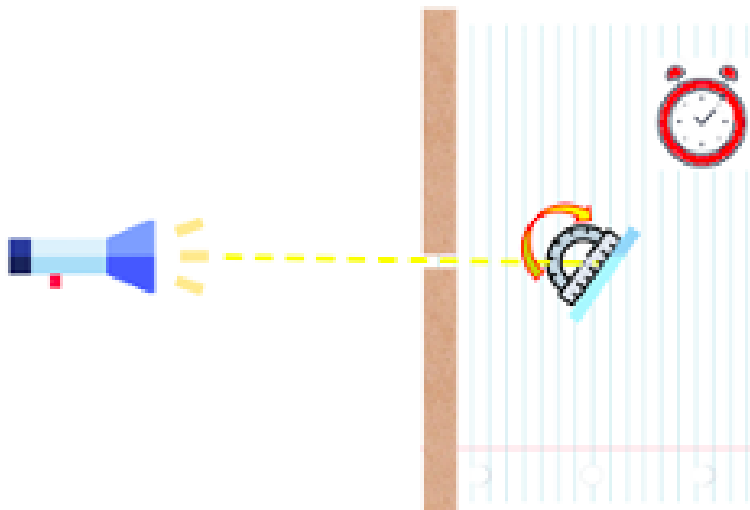


Figura 4: Espejo rotado en sentido horario.

¿Qué sucede con la luz al rotar el espejo en cierto ángulo?

Dibuja una recta normal (perpendicular) al espejo, como se muestra en la figura.

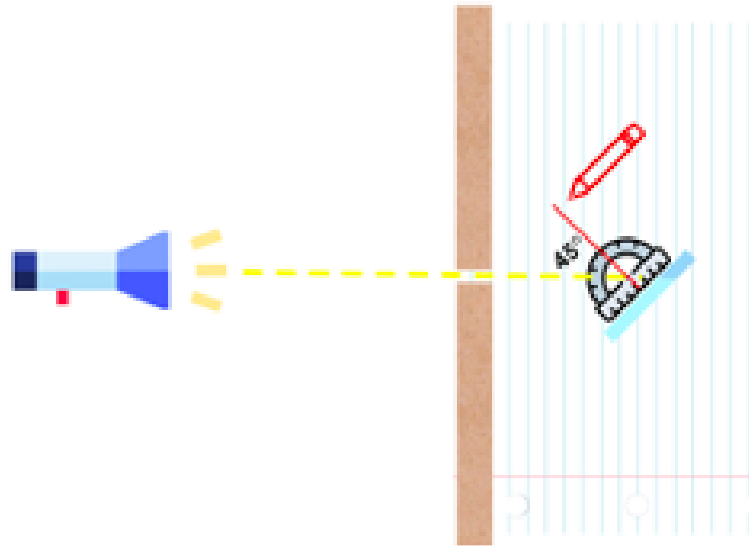


Figura 5: Recta normal al espejo rotado en 45°.

¿Cómo se relacionan los ángulos formados entre el rayo que llega al espejo (incidente) y la normal, y entre el rayo que sale del espejo (reflejado) y la normal?

Completa el siguiente recuadro con lo que vayas observando al girar el espejo de modo que el rayo incidente forma los siguientes ángulos con la normal y haz un esquema en cada caso:

Ángulo formado entre el rayo incidente y la normal	¿Cuanto mide el ángulo formado entre la normal y el rayo reflejado	Esquema
60°		
45°		
30°		

¿Qué relación puedes observar entre los ángulos formados por la normal y los rayos incidente y reflejado?

Veamos qué nos dice la teoría

Cuando los rayos de luz llegan a una superficie o a un objeto que no puede atravesar se produce un rebote de los rayos y salen del mismo punto en el que chocaron en una dirección determinada, este fenómeno es el que llamaremos reflexión.

La luz, al igual que todo en la naturaleza, busca la forma más eficiente de propagarse. Sabemos que por lo general la luz viaja en línea recta, pero además lo hace utilizando el camino más corto, al igual que nosotros cuando nos trasladamos de un lugar a otro buscamos las rutas que menos tiempo requieren. Esa idea fue formulada por el físico francés Pierre Fermat, más o menos en 1650, y se llama principio de Fermat del tiempo mínimo (Hewitt, 2007).

De la pequeña actividad experimental que acabas de realizar has deducido las famosas **Leyes de la Reflexión**, la cual nos dice lo siguiente:

1ª El rayo incidente, la normal a la superficie reflejante en el punto de incidencia, y el rayo reflejado, se hallan en un mismo plano.

2ª **El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión** (Máximo y Alvarenga, 1998).

A continuación, las leyes de la reflexión se ilustran con flechas que representan los rayos de luz en la Figura 6. En vez de medir los ángulos de los rayos incidente y reflejado respecto a la superficie reflectora, se acostumbra a medirlos respecto a una línea perpendicular al plano de la superficie reflectora. A esta línea imaginaria se le llama normal. El rayo incidente, normal y el rayo reflejado están en un mismo plano (Hewitt, 2007).

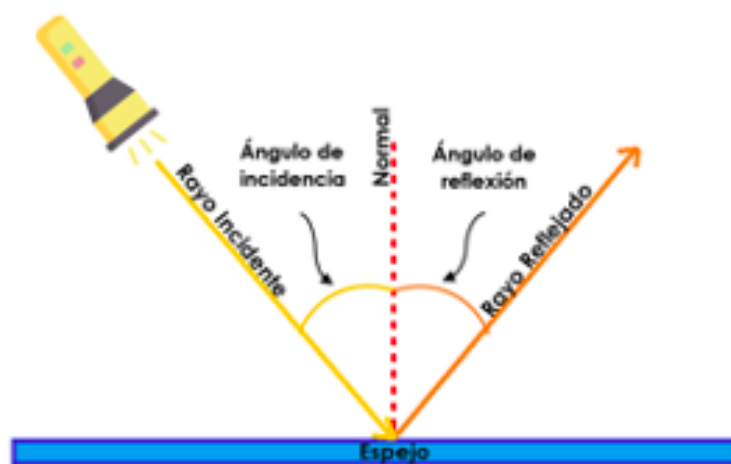


Figura 6: Ley de reflexión.

Se recomienda entregar esta última hoja de la guía de autoaprendizaje parte I con posterioridad a la realización de la actividad experimental.

PROPUESTA CLASE 2

Guía de autoaprendizaje - Parte II

Autoras: Camila Bustos y Natalí Guzmán (Licenciadas en Ciencias Exactas y en Educación, futuras profesoras de Matemática y Física en Educación Media)

Adaptada por: Profesora María José Carreño

Guía de Autoaprendizaje “Formación de imágenes” - PARTE II Física – 1° Medio	
Nombre:	Curso:
En esta guía trabajarás el objetivo de aprendizaje: OA 11 Explicar fenómenos luminosos, como la reflexión, la refracción, la interferencia y el efecto Doppler, entre otros, por medio de la experimentación y el uso de modelos, considerando: <ul style="list-style-type: none">→ La formación de imágenes (espejos y lentes).→ Sus aplicaciones tecnológicas (lentes, telescopio, prismáticos).	En esta guía desarrollarás las siguientes habilidades: <ul style="list-style-type: none">a. Observar y describir detalladamente las características de objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos.b. Usar y ajustar modelos para describir mecanismos para predecir y apoyar explicaciones sobre las relaciones entre las partes de un sistema.
El propósito de esta guía es: Explicar por medio de fenómenos luminosos, como la reflexión y la refracción, la formación de imágenes en espejos y lentes, para describir, basándose en la óptica geométrica, el funcionamiento de algunos dispositivos tecnológicos, como lupas, telescopios, proyectores, prismáticos y fibra óptica (que será visto en el video de la guía).	
Contenido de la Guía: → Óptica Geométrica: <ul style="list-style-type: none">→ La reflexión de la luz y la formación de imágenes en espejos planos, cóncavos y convexos.→ La refracción de la luz y la formación de imágenes a través de lentes.	

Formación de imágenes

En espejos planos

Para comprender cómo se forman las imágenes en espejos planos debemos observar el siguiente diagrama:

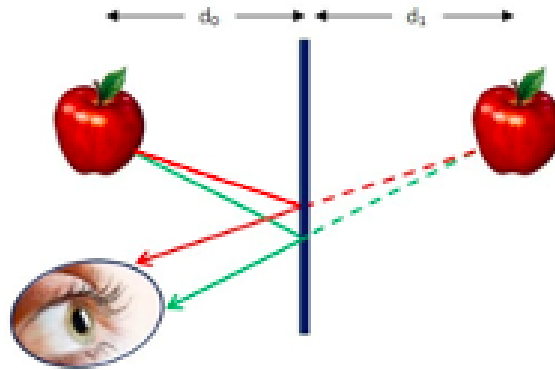


Figura 7: Imagen formada en un espejo plano.

La imagen que vemos en un espejo plano está detrás de él, la distancia entre el objeto y el espejo (d_o) es la misma que entre la imagen y el espejo (d_i). Por ello cuando pusiste tu mano pegada al espejo una de las primeras experiencias de la parte I de esta guía, ves otra mano del mismo tamaño pegada desde el meñique.

Si quieres investigar más sobre la formación de imágenes en espejos planos puedes jugar con el siguiente simulador: <https://www.geogebra.org/m/UfqDbcfs>

En un espejo plano la imagen que se formará siempre será virtual, derecha y de igual tamaño que el objeto. Más adelante comprenderemos estas tres características que pueden tener las imágenes.

BONUS:

¿Qué sucede cuando dos espejos planos se colocan en cierto ángulo?

Te invito a observar el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=jtgUHPns5IY>

¿Conoces otros tipos de espejos?

Ve a la cocina a buscar una cuchara (cucharón) que esté bien pulida, mira tu reflejo en ella por ambos lados ¿cómo son tus reflejos en ambos lados de la cuchara?

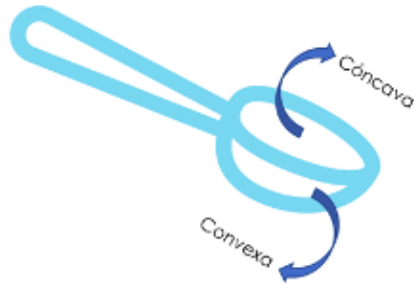


Figura 8: Curvaturas en la cuchara.

En el cuadro comparativo que viene a continuación, describe qué observas al mirar tu reflejo en la cuchara por la parte de cóncava y por la parte convexa.

Cóncava	Convexa

La cuchara es un ejemplo de espejo curvos, los cuales se dividen en dos, por un lado, los cóncavos (la parte de la concavidad) y por otro, los convexos (la parte abultada). Cuando el espejo es curvo, los tamaños y las distancias desde el espejo al objeto o a la imagen ya no son iguales, pero en ellos sigue siendo válida la ley de reflexión. Un espejo curvo se comporta como una sucesión de espejos planos, cada uno con una orientación angular un poco distinta del que está junto a él. En cada punto, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión con respecto a la normal al espejo en ese punto (Hewitt, 2007).



Imagen 3: Ejemplos de espejo cóncavo (izquierda) y convexo (derecha).

Elementos importantes en los espejos curvos:

- a) Centro de curvatura (C): es el centro de la esfera de la cual forma parte el espejo.
- b) Eje principal: es la recta horizontal que pasa por el centro de curvatura.
- c) Foco (f): cuando rayos paralelos al eje principal llegan a un espejo cóncavo, éstos se reflejan incidiendo en un punto f del eje principal, este punto es llamado foco principal.

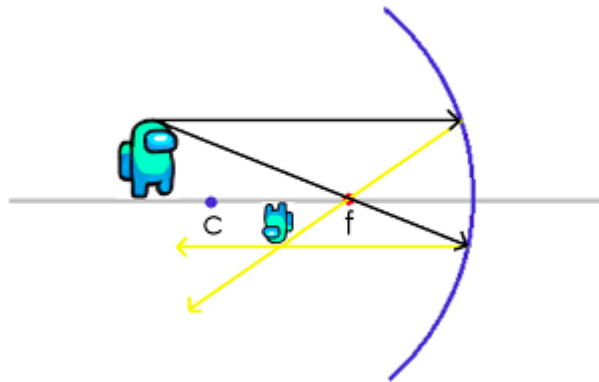


Figura 9: Imagen formada por espejo cóncavo.

La imagen formada por un espejo curvo depende del lugar donde está ubicado el objeto. Las imágenes formadas por espejos curvos se pueden clasificar según las siguientes características:

- 1) Por su tamaño (si es mayor, igual o menor que el objeto).
- 2) Si la imagen formada está derecha o invertida en relación con el objeto.
- 3) Si la imagen formada es real o virtual (esto depende de si los rayos reflejados se juntan en un punto o si debemos proyectarlos para ver donde se formaría la imagen, si ese es el caso hablamos de una imagen virtual).

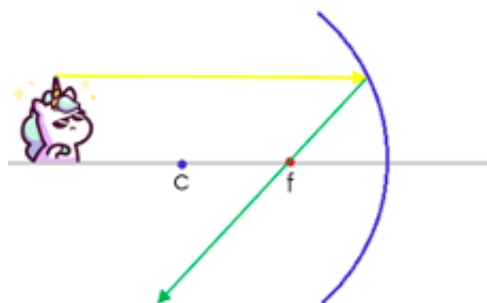
A modo de ejemplo, en la figura 9 podemos decir que la imagen de un objeto que se encuentra al lado izquierdo del centro de curvatura de un espejo cóncavo es más pequeña, invertida y real. Además, en la figura 7 podemos decir que la imagen formada por el espejo plano es del mismo tamaño, derecha y virtual.

Para determinar la posición de la imagen, trazamos rayos desde el objeto al espejo y aplicando la 2ª ley de reflexión, podemos trazar los rayos reflejados, en el punto donde estos se juntan se genera la imagen.

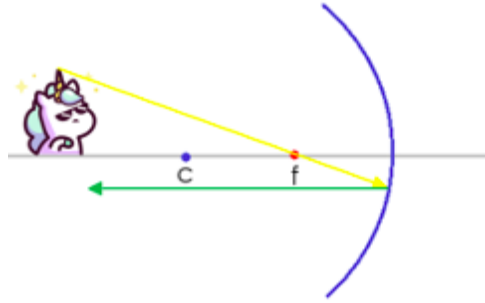
Para construir una imagen en un espejo curvo necesitamos trazar los rayos notables, que se describen a continuación.

Rayos notables en espejos curvos:

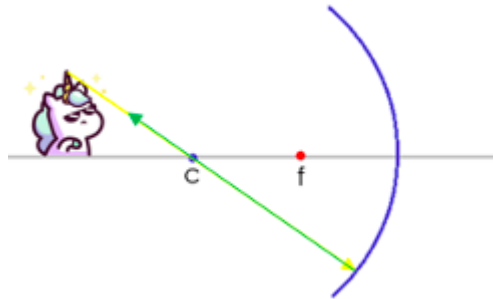
1. Todo rayo incidente paralelo al eje principal se refleja pasando por el foco.



2. Todo rayo incidente que pasa por el foco se refleja paralelo al eje principal.



3. Todo rayo incidente que pasa por el centro se refleja sin cambiar su trayectoria.



En caso de tener dudas de como trazar los rayos puedes consultar el siguiente video desde el minuto 1:30 en adelante:

https://www.youtube.com/watch?v=TAOnBigQjFY&ab_channel=ProfesorSergioLlanos

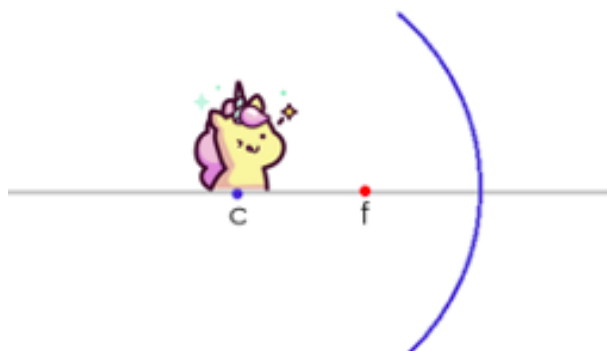
Actividad: Formación de imágenes en espejos curvos

ESPEJO CÓNCAVO

I. Las figuras de los siguientes ejercicios muestran un objeto (unicornio) colocado frente a un espejo cóncavo. Para cada una de ellas:

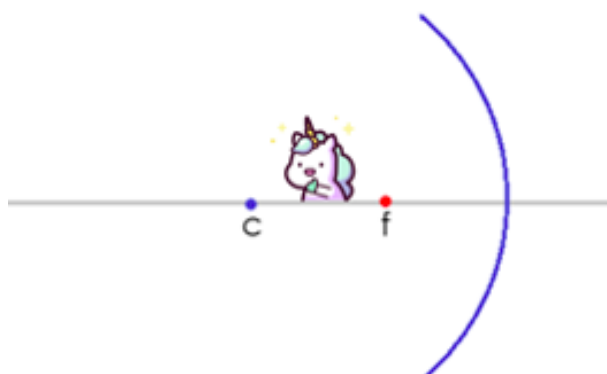
- Efectúe el diagrama que permita localizar la imagen de este objeto proporcionada por el espejo.
- Describa las características de la imagen obtenida en relación con el objeto inicial.

Objeto en el centro de curvatura



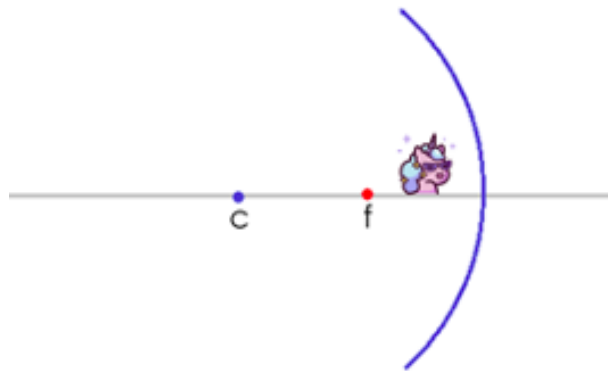
¿Qué características tiene la imagen obtenida?

Objeto entre el centro de curvatura y el foco



¿Qué características tiene la imagen obtenida?

Objeto entre el foco y el espejo cóncavo



¿Qué características tiene la imagen obtenida?

Handwritten notes area with horizontal lines for writing.

Puedes corroborar tus construcciones utilizando el siguiente simulador:

<https://www.geogebra.org/m/CJS4Q4SM>

ESPEJO CONVEXO

En el caso de los espejos convexos la situación cambia un poco. Veamos qué pasa si trazamos los rayos notables:

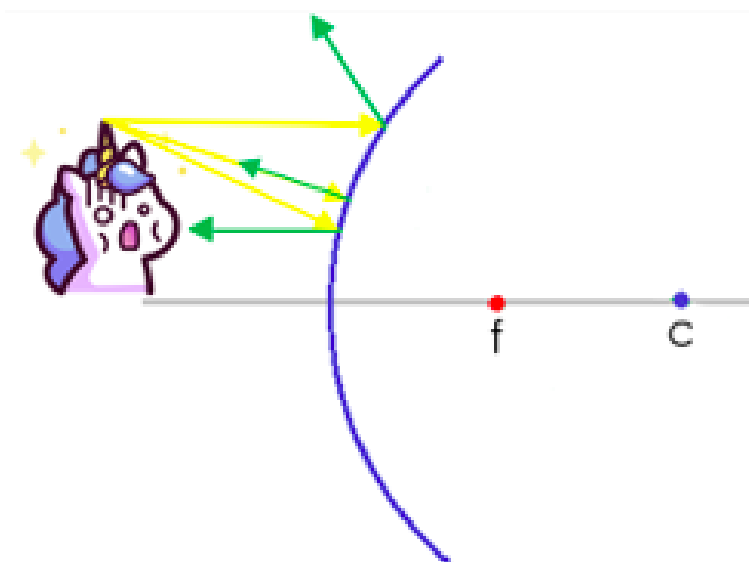


Figura 10: Rayos notables en espejo convexo.

Como los rayos reflejados no se juntan debemos construir las proyecciones. Veamos que pasa:

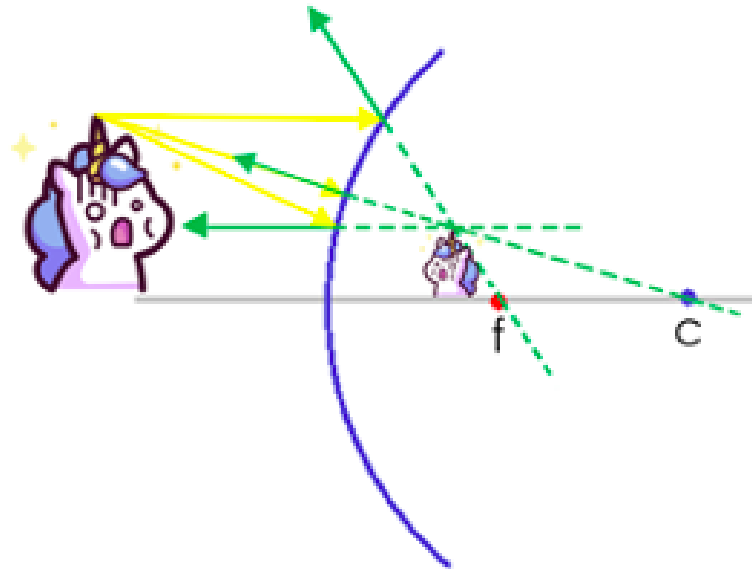


Figura 11: Proyecciones de rayos notables reflejados en espejo convexo.

En caso de tener dudas de como trazar los rayos puedes consultar el siguiente video desde YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=diVl40dOrXA>

También puedes investigar con el siguiente simulador: <https://www.geogebra.org/m/wdzufsue>

II. La figura a continuación muestra un objeto (unicornio) colocado frente a un espejo convexo.

a) Efectúe el diagrama que permita localizar la imagen de este objeto proporcionada por el espejo.

	<p>¿Qué características tiene la imagen obtenida?</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
--	---

En los espejos convexos, independientemente del lugar donde se ubique el objeto, **las imágenes siempre serán más pequeñas, derechas y virtuales**, a diferencia de lo que sucede en los espejos cóncavos donde la imagen cambia según la posición del objeto con respecto al espejo. Los espejos convexos son utilizados en espacios como el transporte público, estacionamientos, algunos locales comerciales, entre otros.

PROPUESTA CLASE 3

Reflexión total interna

Actividad experimental demostrativa

Materiales que necesitará el o la docente:

- Pecera con forma de paralelepípedo, ojalá lo más larga posible
- Agua
- Un láser
- Leche o algún agente que permita observar el rayo en el agua

Para esta actividad demostrativa utilizaremos la estrategia POE (Predecir-Observar-Explicar)

Etapa 1: Predecir

El profesor o la profesora deben solo describir la siguiente situación, se tiene una pecera rectangular con agua y se hace incidir un haz de luz por uno de sus extremos, como se muestra en la siguiente figura:



Prediga: ¿Qué sucederá con el haz de luz a medida que viaja desde el aire al agua? Escriba su predicción y acompañala con un esquema en donde se observe el camino que sigue un rayo de luz.

Predicción Individual	Esquema

Se sugiere que se comenten algunas predicciones individuales, ojalá diferentes, frente al grupo curso.

Luego, reúna a los y las estudiantes en equipos de 3 o 5 integrantes en donde compartirán sus predicciones individuales y construirán una predicción grupal, que deben registrar de manera similar a la anterior:

Predicción Grupal	Esquema
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

Si posee el tiempo, sería interesante que compartieran sus predicciones grupales con el curso completo.

Etapa 2: Observar

Ahora, los y las estudiantes deben observar qué es lo que sucede en la situación anterior, para esto el o la docente realiza la experiencia demostrativa, haciendo incidir el láser en cierto ángulo, como se puede observar en el siguiente video (desde el 01:12 hasta el 01:21 minutos):

https://www.youtube.com/watch?v=mtVbb_MWNDg

Se sugiere que los y las estudiantes describan lo que están observando, para esto el profesor o la profesora debe repetir la demostración varias veces, o, si no posee los materiales, mostrar más de una vez el video.

Descripción de lo observado (individual)	Esquema de lo observado
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	

Ahora viene la parte interesante, los y las estudiantes, en equipo deben construir una explicación para lo observado.

Etapa 3: Explicar

A continuación, en equipos discutan y construyan una explicación al fenómeno observado y escríbala en las siguientes líneas:

Luego de que los y las estudiantes construyen su explicación, deben compartirla con el grupo curso y llegar a una conclusión o explicación entre todos.

Actividad inspirada en una propuesta del Profesor Diego Ramírez.

Una alternativa bastante interesante a la actividad demostrativa anterior es llenar una manguera transparente con agua, tapar ambos extremos de la manguera y hacer incidir un láser por un costado, buscar el ángulo crítico y visualizar la reflexión total.

Video que apoya la descripción anterior: https://www.youtube.com/watch?v=Lic3gCS_bKo

Créditos

Este material se realizó basado en la propuesta de los y las profesoras y futuras profesoras, Cynthia Moreno, Diego Ramírez, Camila Bustos, Natalí Guzmán y Pamela Mondaca.

Referencias Bibliográficas

Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual* (10ª ed.). PEARSON EDUCACIÓN.

Máximo, A., y Alvarenga, B. (1998). *Física General con experimentos sencillos* (4ª ed.). D.F., México: Oxford University Press.

Nota Final

Si posees alguna crítica constructiva para este material, o construiste una adaptación de este, o hiciste las actividades sugeridas en tu casa o en tu sala de clases y nos quieres contar tu experiencia, no dudes en escribirnos y te invitamos a compartir tu experiencia en redes sociales etiquetándonos como @Instituto Milenio MIRO.