

Práctica #2.1.

Experimentos sencillos con espejos planos y esféricos¹

La Práctica #2 se realiza en dos semanas, en la primera se realizan experimentos sencillos para comprobar los efectos de la formación de imágenes en espejos planos y esféricos, mientras que en la segunda se utilizan los conceptos de la formación de imágenes en estas superficies para el análisis de simulaciones computacionales.

Objetivo general:

Realizar ensayos por simulación computacional y experimentos sencillos para comprender los principios de la formación de imágenes en espejos planos y esféricos.

Objetivos específicos:

1. Realizar ensayos experimentales sobre la formación de imágenes en superficies planas y curvas con recursos sencillos.
2. Comprobar experimentalmente algunas de las propiedades de la formación de imágenes en espejos planos y esféricos (curvos).
3. Construir en clase un dispositivo sencillo con una aplicación práctica que aproveche la formación de imágenes en espejos planos o esféricos (curvos).
4. Demostrar el funcionamiento del dispositivo mediante un video.

Introducción

Los espejos nos acompañan desde hace unos pocos miles de años, contemplar nuestra propia y detallada imagen es un privilegio que no estuvo al alcance de muchos de nuestros antepasados. Sin embargo, aunque podemos vivir sin conocer nuestro rostro, nuestra imagen reflejada posee un atractivo especial, una magia que nos cautiva. Sabemos que los primeros espejos se hicieron con piedras pulidas, posteriormente se fabricaron con láminas metálicas y en la actualidad se hacen con finas películas metálicas depositadas sobre láminas de vidrio u otros materiales lisos.

Los espejos están en todas partes, en las tiendas, en los escaparates, en las decoraciones, en los adornos, en los bolsos, en los salones de entrada de los edificios, en los ascensores, en los baños, en los estacionamientos, en las motocicletas y en los automóviles. Pero, aunque todas las mañanas los utilizamos para acicalarnos, peinarnos o lavarnos los dientes, es posible que, por su sencillez, pensemos que los espejos no tienen aplicaciones importantes en la tecnología actual.

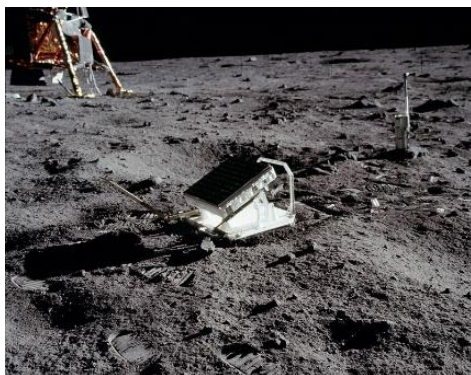
A pesar de este ingenuo menosprecio de los espejos, lo cierto es que muchos científicos consideran que los espejos son muy útiles y los incorporan en el desarrollo de nuevos dispositivos, nuevos experimentos, pero también en innovadores métodos e instrumentos de análisis. En el siglo XVII

¹ Guía elaborada por el profesor Ernesto Montero Zeledón

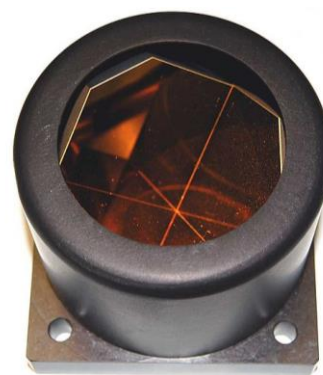
Newton se dio cuenta que la producción de imágenes por espejos curvos esféricos se podía utilizar en el desarrollo de un telescopio. Por su parte, Fizeau utilizó espejos planos en el primer experimento de laboratorio para medir la velocidad de la luz. Michelson y Morley utilizaron espejos para su interferómetro en un experimento que intentaba medir la velocidad de la Tierra con respecto al éter electromagnético, concepto esquivo que resultó ser falso. Cuando la agencia espacial estadounidense llevó al hombre a la Luna colocó un pequeño espejo retroreflector en la superficie con el que se realizan mediciones precisas de la distancia a la que se encuentra nuestro satélite natural en distintos momentos de año (Figura 1a).

Actualmente, la investigación en espejos y materiales reflectantes es un tema de interés por sus múltiples aplicaciones. La industria automovilística los utiliza en los retrovisores y en los faros, pero también se emplean en dispositivos de telecomunicación, en lectores láser de DVD y Blue Ray, en los teodolitos de los topógrafos, en equipos de espectroscopia, microscopios de fuerza atómica, en fotónica y en investigación moderna como en telescopios espaciales o el interferómetro para ondas gravitacionales (LIGO). Es innegable que el diseño de espejos y el análisis de sus propiedades siguen siendo temas de importancia tecnológica actual.

Como se mencionó anteriormente, cuando las misiones Apolo de la NASA llevaron al hombre a la Luna, también colocaron un sistema de espejos retroreflectores (Figura 1a). Estos espejos tienen la particularidad de reflejar un haz que incida sobre ellos en la misma dirección de la que proceden, independientemente del ángulo de incidencia, por lo que, si apunta al dispositivo con un láser, el haz reflejado regresará por el mismo camino. A partir de mediciones precisas del tiempo que tarda en ir y regresar el haz, y de los patrones de interferencia generados, se puede determinar la distancia entre los dos puntos. Otro ejemplo de las aplicaciones de los espejos retroreflectores son los teodolitos de los topógrafos (Figura 1b) que se utiliza para levantar el plano topográfico de un terreno.



(a)



(b)

Figura 1. Espejo retroreflector (a) colocado en la Luna, (b) de uso topográfico.

Pero los conceptos teóricos no siempre son suficientes para dominar los conceptos de la óptica. Podemos aprender mucha teoría sobre el tema de las imágenes y su utilidad, pero siempre es conveniente apreciar mediante experimentos prácticos y sencillos las propiedades de los espejos. En la actualidad es posible diseñar y construir dispositivos simples para resolver problemas industriales, académicos o de investigación a partir de las propiedades de espejos planos y esféricos, sea a través de las imágenes que producen o de la forma en que redirigen y concentran la luz. En esta práctica se motiva a los estudiantes para que se familiaricen con las propiedades cualitativas

de las superficies reflectantes planas y esféricas (curvas) producidas por objetos cotidianos. Especulando un poco, es posible que todavía queden por descubrir algunos fenómenos simples de la óptica geométrica y de los espejos (reservados para físicos o ingenieros curiosos), que a su vez ofrezcan nuevas posibilidades de desarrollo de tecnologías o métodos de medición.

Trabajo de los estudiantes

En la introducción de su informe de la Práctica #2, sobre espejos y aplicaciones, debe revisar los siguientes temas para redactar un solo marco teórico que integre los temas de esta semana como los de la próxima semana. Recuerde que la introducción se debe escribir en prosa y en tercera persona del singular:

1. Explique brevemente tres aplicaciones de los espejos planos o esféricos en dispositivos tecnológicos modernos, como equipos de medición y equipos de investigación (puede utilizar las que se comentaron en la introducción).
2. Explore y exponga cómo se fabrican los espejos planos y los espejos esféricos comunes.
3. Averigüe cual es el porcentaje de reflectancia típica de un espejo plano y cuál es la mejor sustancia y método para la construcción de espejos muy reflectantes.

Equipo requerido

Para realizar esta práctica es necesario disponer de los materiales necesarios para montar los sistemas y realizar las fotografías con las que pueda comprobar los tipos de imágenes que se producen con espejos planos y esféricos (curvos). Para guiar a los estudiantes se brinda la siguiente tabla, en ella se describe con detalle los materiales que se utilizarán para realizar las experiencias, pero también se pueden utilizar materiales semejantes con los que se pueda reproducir el efecto.

Tabla 1. Materiales para la ejecución de las experiencias.

Material	Propósito
Teléfono celular con cámara fotográfica	Registrar las imágenes generadas
Cuchara sopera o cucharón metálico brillante o espejo de maquillaje	Para producir imágenes virtuales y quizás reales y mostrarlas con fotografías caseras
Espejos planos	Para producir imágenes virtuales y mostrarlas con fotografías caseras
Transportador, regla o cinta métrica	Para medición aproximada de las dimensiones
Papel aluminio, papel y cartón, plástico transparente	Para la construcción de un dispositivo
Tijeras, cuchilla cortadora, cinta adhesiva o pegamento, perforador	Para la construcción de un dispositivo

Procedimiento

Fotografías de imágenes en espejos planos y esféricos

1. Tome fotografías de imágenes reflejadas con espejos planos de un mismo objeto colocado a tres distancias distintas. Puede ser a 6,0 cm, 16,0 cm y 18,0 cm del espejo. Debe seleccionar un solo punto para tomar todas las fotografías, procurando que en cada una de ellas aparezcan tanto el objeto y como la imagen.

2. En vez de lo anterior, para los espejos planos también puede realizar el montaje propuesto en la Figura 2. En dicha imagen se aprecian seis vasos iguales, alineados y equidistantes. Si al colocar un espejo plano en medio del conjunto y en posición perpendicular a la línea de los vasos, se aprecia la misma imagen que cuando el espejo no estaba, entonces se puede garantizar que las imágenes del espejo plano no están aumentadas. Debe utilizar el mismo punto para realizar las dos fotografías.

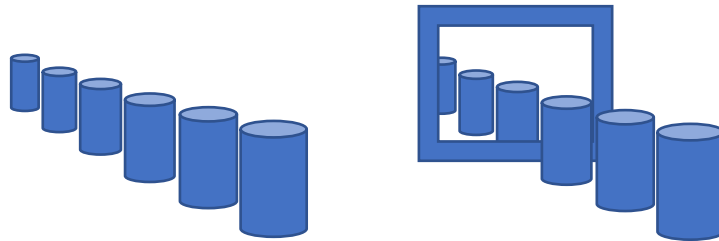


Figura 2. Montaje para fotografías de seis vasos iguales, alineados y equiespaciados.

3. Utilizando un espejo esférico cóncavo y un espejo convexo, debe producir los tipos de imágenes que permiten este tipo de espejos: imágenes virtuales disminuidas, imágenes virtuales aumentadas, imágenes reales disminuidas e imágenes reales aumentadas. Debe anotar las distancias de los objetos al espejo y de la imagen al espejo, cuando la imagen es nítida. Recuerde que las distancias se miden desde el vértice del espejo.
4. Si no cuenta con espejos esféricos puede utilizar una cuchara o cucharón metálico muy reflectivo y pulido (como nuevo). Utilizando los dos lados interno y externo de la cuchara (espejos cóncavo y convexo) puede generar imágenes virtuales aumentadas y disminuidas. No hay necesidad de medir las distancias, pues con cuchara solo es un experimento cualitativo. Debe tomar fotografías de cada tipo de imagen.

Construcción del dispositivo

La idea de esta parte es que los estudiantes, en conjunto con el profesor, realicen la construcción de un dispositivo que utilice la formación de imágenes por superficies planas o esféricas.

Para el proyecto del curso, que se desarrollará más adelante puede utilizar estos experimentos, y para realizarlos puede consultar fuentes diversas como videos de internet, blogs educativos, páginas de divulgación de la ciencia, páginas de museos, páginas con trucos de magia, entre otras. Los diferentes equipos de estudiantes pueden repetir el tema y el dispositivo. En este sentido, los distintos equipos de estudiantes pueden cooperar con sus ideas, lista de materiales y métodos, pero procurando que cada equipo realice el experimento. Para facilitar el desarrollo de las ideas, se brinda una lista con posibles temas de proyectos:

- Truco de magia (la transformación de la mujer en lobo, proyección de una imagen real)
- Horno solar (para probar el aumento de temperatura, se puede utilizar un vaso de agua o el tiempo en que se derrite un hielo).
- Calentador solar (aumento de la temperatura del agua en una tubería pintada utilizando una superficie semi cilíndrica).

- Período de oscilación de un péndulo físico, péndulo de torsión o de un objeto en rotación (se puede hacer por reflexión de un foco en un espejo colocado en el péndulo u objeto giratorio y detectándola luz con el sensor del teléfono).
- Reflector de escena (en los teatros y conciertos se utilizan reflectores, se puede construir uno de cartón y papel aluminio)

Tome fotografías de su dispositivo para el informe, pero además grabe un breve video (1 a 2 min) de éste en funcionamiento para compartirlo subirlo a la plataforma de videos que indique su profesor, con el fin de que lo puedan ver los compañeros. Colocar el video en la plataforma equivaldrá a una Tarea.

Análisis de resultados

Análisis para espejos esféricos cóncavos y convexos

1. En el análisis de las imágenes con espejos planos, tiene que demostrar, utilizando el análisis geométrico de las imágenes, que las imágenes producidas no son aumentadas ni disminuidas. En otras palabras, debe mostrar que la magnificación para espejos planos es 1.
2. Para el análisis de imágenes con espejos cóncavos y convexos, debe mostrar que, efectivamente, las imágenes son aumentadas o disminuidas, mediante análisis por métodos geométricos de las fotografías. También puede utilizar las distancias al objeto y a la imagen para determinar la magnificación, como también se muestra en la Práctica 2.2, de la próxima semana.
3. Si no cuenta con espejos esféricos cóncavos ni convexos, debe generar al menos dos tipos de imágenes según se indica en el procedimiento y analizar cualitativamente la magnificación de las imágenes fotografiadas.

Análisis del dispositivo construido

1. Comentar la utilidad general de los métodos ópticos que utilizan espejos para la producción de dispositivos tecnológicos, métodos de análisis o instrumentos de medición.
2. Comentar los resultados obtenidos con su experimento, las dificultades que tuvo y los cuidados que hay que tener.

Referencias

- [1] Young, H.; Freedman, R. & Ford, A. "Física universitaria de Sears y Zemansky". Vol. 2. Decimotercera Edición, Editorial Pearson, 2014.
- [2] Pendergrast, Mark. "Historia de los espejos". Editorial Javier Vergara, 2003.