

KIT DE EXPERIENCIAS DE ÓPTICA PARA PRIMARIA Y ESO

AUTORES: José Antonio García García, F. Javier Perales Palacios y F. Javier Romero Mora.

COLABORADORES: María Santamarina Sancho y Ana I. García López

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años están confluyendo a nivel nacional e internacional opiniones y recomendaciones en torno a la imperiosa necesidad de que los países llamados occidentales doten de un impulso renovado a la enseñanza de las ciencias en los niveles obligatorios de la enseñanza.

Las razones de ello son múltiples pero, entre ellas, estaría el declive de las vocaciones hacia carreras científico-tecnológicas que pone en jaque la supremacía de estos países en esa área del conocimiento humano frente a las economías emergentes de oriente. Una especie de "guerra fría" incruenta está sucediendo larvadamente.

Así, en Estados Unidos la respuesta ha sido la de generar un currículo educativo bajo el acrónimo de STEM (Ciencia-Tecnología-Ingeniería-Matemáticas en español).

En nuestro país esta necesidad es, si cabe, aún más acuciante, dado que las sucesivas reformas educativas han abandonado al profesorado y alumnado de ciencias a su suerte, de manera que en muchas de las aulas persiste la enseñanza formal de la ciencia bajo un formato libresco o, a lo sumo, con el auxilio de las TIC. Ello pone de manifiesto una paradoja tremendamente perniciosa: las ciencias experimentales se suelen enseñar de modo teórico o, lo que es peor, de forma memorística.

De aquí que creamos imprescindible un cambio en la metodología, donde el niño sea más protagonista y, en la medida de lo posible, aprenda ciencia al ir haciendo ciencia.

En este sentido pensamos firmemente que la Óptica es una parte de la Física muy adecuada para empezar a llevar a cabo esta renovación metodológica, pues se ocupa del estudio de la LUZ, primera fuente sensorial de los seres humanos.

RELACIÓN COMPLETA DE LAS EXPERIENCIAS:

- 1) ¿Qué necesitamos para ver?
- 2) ¿Qué es la luz?
- 3) El arco Iris
- 4) El arco Iris. ¿Cómo conseguirlo?
- 5) Construir un espectroscopio
- 6) Infrarrojo.
- 7) Fluorescencia (I)
- 8) Fluorescencia (II)
- 9) Fosforescencia
- 10) Reflexión y refracción de la luz
- 11) ¿Cuánto se refleja y cuánto se refracta?
- 12) Reflexión especular y reflexión difusa
- 13) Reflexión total. Fibra óptica
- 14) Efecto Pfund
- 15) Espejos planos
- 16) Construir un calidoscopio
- 17) Construir un periscopio
- 18) Espejos esféricos. Cóncavos y convexos
- 19) Lentes convergentes y divergentes
- 20) Lente de agua. ¿Cómo es la imagen que genera de un objeto?
- 21) ¿Qué lente tienes en tus gafas?
- 22) Tipos de ondas
- 23) Polarización. ¿Qué es un polarizador?
- 24) Polarización por reflexión.
- 25) Polarización por esparcimiento.
- 26) Fotoelasticidad
- 27) La pantalla de tu ordenador emite luz polarizada
- 28) Esparcimiento. ¿Por qué el cielo es azul y los atardeceres rojizos?
- 29) Objetos transparente, translucidos y opacos
- 30) El color de los objetos
- 31) El color de los objetos (II)
- 32) Mezclas aditivas
- 33) Mezclas sustractivas
- 34) ¿Cómo es nuestro ojo? ¿Qué podemos ver de él?
- 35) ¿Qué es la pupila? ¿Cómo funciona? ¿Para qué sirve?
- 36) Punto ciego
- 37) Capilares sanguíneos
- 38) ¿Por qué tenemos dos ojos? ¿Qué ventajas nos supone?
- 39) Ver a través del agujero que tienes en tu mano
- 40) Anaglifos
- 41) Ilusiones Ópticas

En la redacción de las fichas de cada experiencia se ha procurado que la parte de los conceptos implicados sea lo más reducida posible, por lo que recomendamos poder ampliar estos contenidos a través de la unidad didáctica que la FECYT editó en 2015 con motivo del año internacional de la luz que es de descarga gratuita.

El material que se incluye es:

- 1) Puntero láser color verde
- 2) Linterna led de luz blanca
- 3) Un trozo de fibra óptica
- 4) Dos espejos planos
- 5) Una lente
- 6) Dos polarizadores
- 7) Ocho ilusiones ópticas

Esperamos que este material sea una herramienta útil para los maestros y profesores, y que, con sus ayudas, mostrándonos los errores y posibles mejoras, podamos mejorarla y sugerir algunas experiencias más.

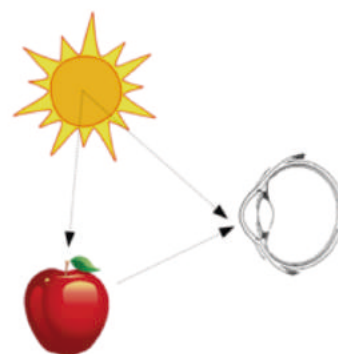
José A. García
F. Javier Perales
F. Javier Romero

¿QUÉ NECESITAMOS PARA VER?

OBJETIVO Comprender lo que conocemos como el “proceso visual”.

MATERIAL Puntero láser (se proporciona).

Lo primero que necesitamos es una fuente de luz que emita en todas direcciones, de esta manera la luz llega a los objetos, que la reflejan y finalmente alcanza a nuestro ojo, que formará una imagen de ellos en la retina, lo que originará una señal que el cerebro interpreta. Es lo que podemos llamar “el proceso visual: luz-objetos-ojo-cerebro”.



REALIZACIÓN Se plantea la experiencia como una charla-colloquio con los alumnos, en la que éstos vayan opinando, discutiendo y llegando a conclusiones. Para ello, se irán realizando preguntas que permitan guiar hacia donde queremos llegar:

¿Qué necesitamos para ver?

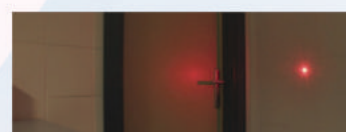
Si cierro todas las ventanas y apago la luz, ¿veo?

¿Si cierro los ojos veo?

¿Puedo ver los objetos que tengo detrás de mí? ¿Por qué?

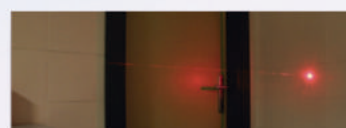
Encendemos el puntero láser y lo hacemos incidir sobre la pared, y nos preguntamos:

¿Por qué puedo ver el punto en el que incide, pero no veo la trayectoria que sigue la luz desde el puntero a la pared?
(Foto superior).



Golpeamos el borrador de la pizarra contra ella y ahora sí podemos ver la trayectoria que sigue la luz.

¿Por qué podemos verla ahora?
(Foto inferior).



¿QUÉ ES LA LUZ?

Energía radiante que el observador es capaz de percibir, o, dicho de otra forma, “radiación a la que da respuesta el sistema visual”. Así, si hablamos como “agente”, simplemente diríamos que es energía radiante, si lo hacemos como “respuesta”, diríamos que es una sensación.

En general, la “luz” (radiación) está formada por una asociación de “luces elementales” (radiaciones simples), cada una de las cuales, por separado, producirían en el ser humano distintas sensaciones de color.

Al conjunto de todas esas “luces elementales” se les conoce como el espectro visible, irían desde las que nos producen la sensación de azul hasta las que nos producen la sensación de rojo. El ejemplo más próximo que podemos tener de esas luces elementales es la emisión de un láser. (Ver imagen espectro visible).

Otras radiaciones, como el ultravioleta o el infrarrojo, no pueden considerarse como luz, pues no son percibidas por nuestro ojo. Sin embargo, muchas veces se utilizan, por lo que haremos alguna experiencia con ellas.



EL ARCO IRIS (I)

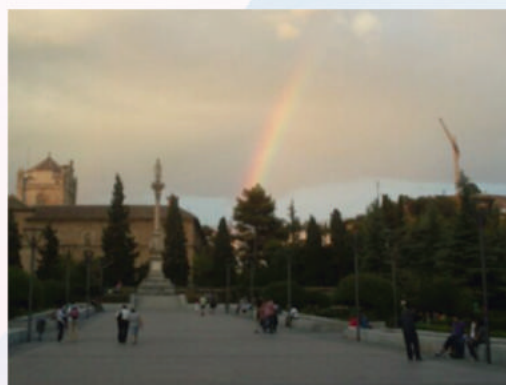
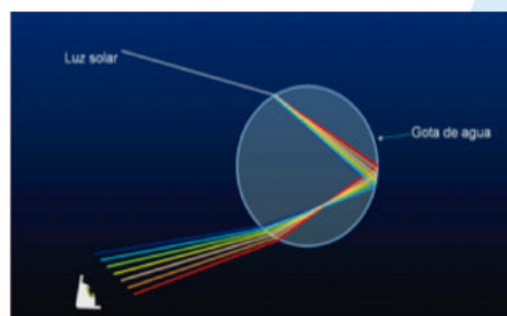
Uno de los fenómenos ópticos más conocidos y admirado es el “arco iris”. Todos lo hemos visto en más de una ocasión y sabemos que aparece cuando llueve, o ha llovido, y hace sol, pero sobre él surgen muchas preguntas que quizás no sepamos resolver. Planteémoslas e intentemos darles respuestas.

Si estamos observando un arco iris, ¿dónde está el sol? Los colores que observamos ¿van del azul al rojo o del rojo al azul? ¿Es correcto hablar de que hay 7 colores en el arco iris? ¿Te has fijado que detrás aparece otro de menor intensidad? En este segundo, ¿los colores siguen el mismo orden que en el primero?

Veamos cómo se produce. En la figura adjunta hemos dibujado la trayectoria que sigue la luz al refractarse en las gotas de agua. De ella también se deduce que el sol ha de estar a nuestra espalda.

La siguiente imagen la hemos tomado en Granada, a poco que conozcas la ciudad y contando con lo que ya hemos visto, ¿podrías decir a qué hora aproximada se hizo esta foto?

En definitiva, las gotas de agua de la lluvia separan las distintas longitudes de onda que nos llegan desde el sol y como éste emite en todo el espectro visible, el arco iris lo vemos como un continuo desde los azules hasta los rojos. Pero, ¿cómo sería si sólo emitiera en algunas radiaciones? ¿Podríamos hacer como las gotitas de agua y ver qué radiaciones emite una determinada lámpara?, tendríamos, entonces, el espectro de emisión de esa lámpara y el instrumento para conseguirlo se llama un espectroscopio.



EL ARCO IRIS (II).

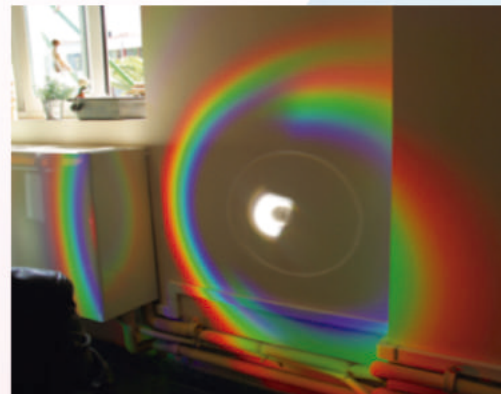
¿CÓMO CONSEGUIRLO?

Newton fue el primero en conseguir, como experiencia de laboratorio, dispersar la luz que nos llega del sol. Lo hizo utilizando un prisma de vidrio. Pretendemos ahora ver distintas formas de conseguir dispersar la luz del sol y visualizar así el arco iris.

REALIZACIÓN 1ª Esta primera forma se basa en utilizar los mismos elementos que nos permiten verlo en la naturaleza. En la imagen podemos observarlo gracias a las gotitas de agua que hay en una fuente. Podremos también conseguirlo en nuestra propia casa con la manguera que usamos para regar nuestro jardín. Debemos colocar la manguera para que el agua salga lo más pulverizada posible, después nos colocamos teniendo el sol a nuestra espalda, podremos ver el arco iris en el agua de nuestra manguera.



2ª Un CD de los que, hasta hace poco, eran muy habituales, también dispersa la luz, de ahí que veamos a menudo colorines en él. Aunque el fenómeno por el que se produce es totalmente distinto al que lo origina en la naturaleza (difracción), podemos usarlo para su visualización sin entrar en el porqué se produce. Sólo tenemos que colocarlo de tal forma que la luz solar incida sobre él y la luz que refleja incida sobre una pantalla (la pared puede servirnos). Aparecerá una imagen como la que mostramos en la foto.



3ª Necesitaremos un recipiente que llenaremos de agua y un espejo plano. Colocaremos nuestra cubeta de tal forma que incida la luz solar sobre la superficie del agua, e introduciremos en ella nuestro espejo con un ángulo de inclinación adecuado para que refleje la luz que le llega hacia una pared cercana, por ejemplo, allí podremos ver nuestro arco iris. Tiene el inconveniente de que es inestable ya que la superficie del agua no se queda totalmente quieta.

CONSTRUIR UN ESPECTROSCOPIO

¿Podríamos construir un instrumento que nos descompusiera la luz proveniente de cualquier fuente luminosa y así observar su espectro? Ese instrumento es un espectroscopio.

OBJETIVO Construir un espectroscopio y observar espectros de diferentes fuentes luminosas.

MATERIAL Un CD ya usado (grabado).

Hemos visto antes que podemos descomponer la luz con distintos elementos que se basan en fenómenos ópticos diferentes. Quizás, el instrumento más cómodo y fácil sea una red de difracción. La foto adjunta muestra una lámpara de Helio y una red de difracción, si miramos a la lámpara directamente la vemos de un color anaranjado, ya que al llegar a nuestro ojo las “luces elementales” que emite, éste las integra (las suma). Si miramos la lámpara a través de la red, vemos imágenes de la lámpara de distintos colores, cada una formada con una de las luces elementales que emite, que la red ha separado.



REALIZACIÓN El elemento fundamental que necesitas es una red de difracción; un CD grabado es también una red de difracción, si le quitamos la lámina espejada que tiene por detrás y cortamos un trozo, tendremos una como la de la imagen; sin quitarle esa lámina también podemos usarla, sólo que no veremos las imágenes por transmisión si no por reflexión. Ya con nuestra red, sólo tendremos que colocarla en una caja a la que haremos una rendija para que entre la luz y un visor para ver el espectro de la luz que le llega. Puede montarse de muchas formas diferentes, por lo que proponemos visualizar alguno de los muchos videos que pueden encontrarse en internet y elegir la que más guste.

INFARROJOS

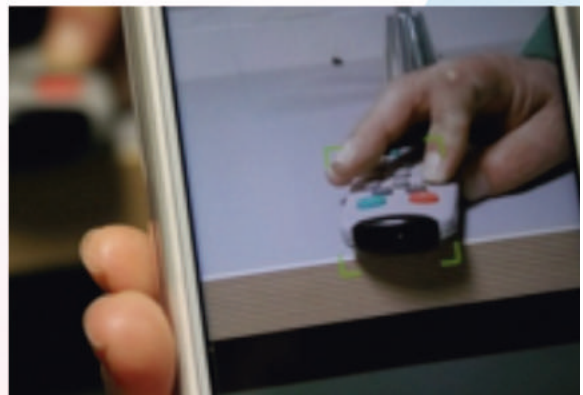
OBJETIVO Descubrir cómo nuestro ojo no es sensible al infrarrojo, pero sí pueden serlo otros detectores.

MATERIAL Un mando a distancia de tu casa y una cámara fotográfica digital, por ejemplo la de tu móvil.

Cuando cogemos el mando a distancia de la TV de nuestra casa y lo pulsamos, la TV se enciende: hemos mandado una señal de infrarrojos desde el mando que ha sido detectada por el sensor que tiene la TV; pero nosotros no hemos podido ver esa señal, nuestro ojo no es sensible al infrarrojo. La experiencia que proponemos pretende “visualizar” esa señal de infrarrojos que emite nuestro mando a distancia.



REALIZACIÓN Dado que el detector que tienen la mayoría de las cámaras de los móviles actuales es sensible al infrarrojo, usaremos nuestro móvil para visualizarlo. Simplemente debemos colocar nuestro móvil como si fuéramos a hacer una fotografía al mando a distancia (como hemos hecho nosotros en las imágenes que se muestran). Cuando pulsemos una de las teclas del mando podremos observar, en nuestra pantalla del móvil, como se enciende la bombillita que el mando tiene.



Además del uso de los infrarrojos en los mandos a distancia, ¿qué otras aplicaciones conoces? Algunas ideas: cuando dan el tiempo en televisión hablan de una imagen en IR; los cuerpos calientes emiten más infrarrojos. Investiga sobre el tema y discute sobre él posibles aplicaciones.

FLUORESCENCIA (I)

OBJETIVO Poner de manifiesto los fenómenos de fluorescencia y su uso en situaciones cotidianas.

MATERIAL Lámpara con emisión en el ultravioleta.

El ultravioleta es una parte del espectro electromagnético a la que no somos sensibles (ver figura del espectro) y se caracteriza por ser una radiación muy energética. Muchos compuestos químicos absorben esta radiación y la reemiten después en forma de radiaciones menos energéticas, que quedan dentro del espectro visible. Son los fenómenos que conocemos como fluorescencia y fosforescencia. En esencia, la diferencia entre estos dos fenómenos radica en el tiempo que transcurre hasta que se produce la remisión: en la fluorescencia este tiempo es muy corto, casi instantáneo, mientras que en la fosforescencia es bastante mayor.

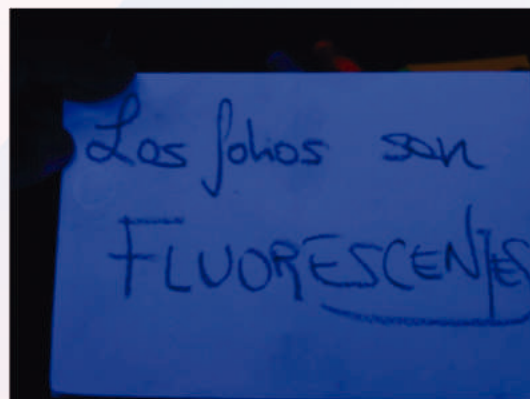
Mostramos, a continuación, experiencias de fluorescencia y fosforescencia con productos de uso cotidiano.

Pueden ponerse multitud de ejemplos de la utilización de compuestos fluorescentes en materiales de uso cotidiano. De entre ellos podríamos destacar los que se utilizan en seguridad para evitar falsificaciones. En la imagen puede verse un billete y un DNI cuando son iluminados con una fuente de luz rica en ultravioleta.



¿En qué otros productos crees que hay compuestos fluorescentes?

Investiga un poco y podrás descubrir los muchos productos en los que hay compuestos fluorescentes y las abundantes aplicaciones que tiene.



FLUORESCENCIA (II)

OBJETIVO Utilización de técnicas de fluorescencia en la industria alimentaria.

MATERIAL Punteros láser que emitan radiaciones visibles distintas.

También es interesante su utilización en la industria alimentaria, ya que muchos productos contienen sustancias fluorescentes que se ponen de manifiesto al iluminarlos con luz muy energética. En las dos imágenes siguientes se ofrecen ejemplos de ello.

En la primera se hace incidir la luz de un puntero verde sobre dos botellas de aceite, la de la izquierda de girasol y la de la derecha de oliva. Puede observarse que en la de girasol la luz sigue viéndose verde, mientras que en la de oliva se ve amarillo rojizo. El aceite de oliva contiene una vitamina fluorescente que absorbe la radiación verde y la reemite en otra de menor energía.



¿Podríamos distinguir entre una botella de gaseosa y una de tónica sin tocarla ni probarla? Simplemente haciendo incidir nuestro puntero láser sobre ambas botellas lo podremos descubrir. La segunda imagen recoge lo comentado, nuestro haz láser incide sobre una botella de gaseosa y otra de tónica. La fluorescencia que presenta la quinina que contiene la tónica puede ser un buen método para distinguirlas. Hemos hecho incidir un puntero azul sobre ambas botellas, pudiéndose observar que la gaseosa (izquierda) no presenta fluorescencia y la tónica (derecha) sí.



La fluorescencia es una técnica de análisis químico muy utilizada en la industria química alimentaria.

FOSFORESCENCIA

OBJETIVO Conocer el fenómeno de la fosforescencia. Distinguirlo de la fluorescencia.

MATERIAL Algún objeto fosforescente, seguro que en tu casa hay más de uno.

Quizás la aplicación más importante y extendida de materiales fosforescentes sea en sistemas de seguridad y emergencias, podemos encontrar señalizaciones que nos indican la salida o el camino a seguir en caso de catástrofe, de ahí que sea fácil introducir este tema.

Además, podemos encontrarlos en las manecillas de algunos relojes, en elementos de decoración, etc.

Para su observación hace falta oscurecer la habitación en la que se encuentra la señal, de ahí que se suele decir que se “ven en la oscuridad”.



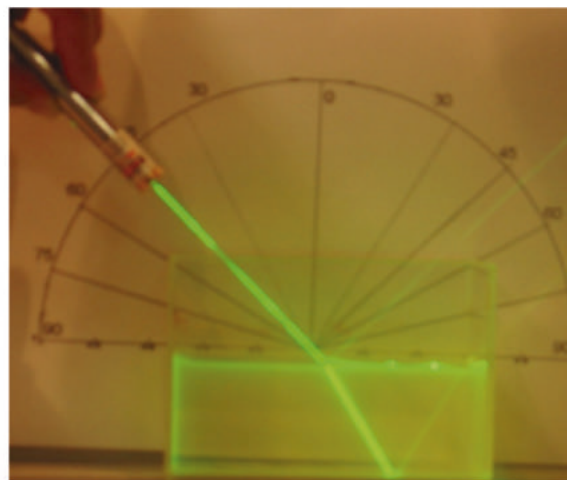
REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ

OBJETIVO Comprobar las leyes de la reflexión y de la refracción.

MATERIAL Puntero láser, cubeta transparente

Cuando un haz de luz incide en la superficie de separación de dos medios, parte de la luz cambia de dirección sin cambiar de medio (reflexión) y parte cambia de dirección al cambiar de medio (refracción). De esto se derivan dos cuestiones: ¿qué leyes gobiernan estos fenómenos?, y ¿qué parte se refleja y qué parte se transmite?

En esta experiencia nos limitaremos a la primera de estas preguntas y dejaremos la segunda para otra experiencia.



REALIZACIÓN Construyamos previamente un semicírculo graduado que, posteriormente, nos ayudará a medir ángulos. Tomemos una cubeta transparente y echémosle agua hasta, más o menos, la mitad, y le ponemos una gota de fluroceína (en caso de no disponer, un poquitín, muy poco, de colorante alimentario del que se pone para hacer una paella cumple el mismo efecto), esto nos ayudará a visualizar mejor la luz propagándose en el agua. Para verla también mejor cuando se propaga en el aire, pondremos humo o polvo de tiza. Colocaremos nuestro semicírculo detrás de la cubeta e incidiremos la luz emitida por el puntero sobre la superficie del agua, ver figura. En estas condiciones podremos analizar y discutir la reflexión y la refracción de la luz e, incluso, inferir las leyes que las rigen.

¿CUÁNTO SE REFLEJA Y CUÁNTO SE TRANSMITE?

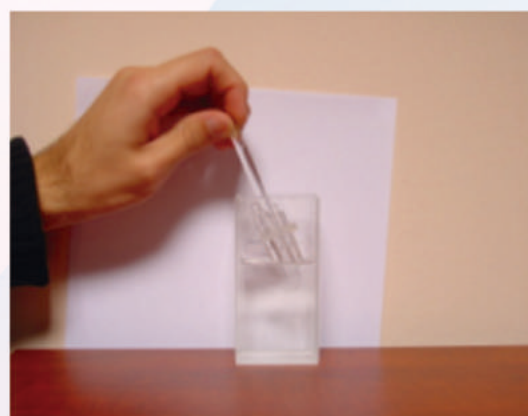
OBJETIVO Dado que en los contenidos de Primaria y de Secundaria se limitan a establecer las leyes de la reflexión y de la refracción, dejando abierto qué parte se refleja y qué parte se refracta, nos planteamos que los estudiantes indaguen sobre esto, lo que les permitirá llegar a conclusiones sorprendentes.

MATERIAL Cubeta transparente. Varillas de vidrio de las que suelen usarse en los laboratorios de química, alguna de vidrio pírex y otras no. Glicerina o aceite corporal del que se usa después de la ducha (puede encontrarse en cualquier supermercado).

REALIZACIÓN Se puede comenzar mostrando las varillas de vidrio y discutiendo el porqué las vemos, las varillas reflejan la luz que les llega y ésta llega a nuestro ojo. Sin embargo, ¿qué ocurre al introducirlas en la glicerina o en el aceite? Observaremos que algunas siguen viéndose, pero otras se “han hecho invisibles”. ¿Por qué ahora no se ven?, no reflejan luz y no lo hacen porque la superficie de la varilla separa medios muy parecidos (aceite o glicerina y vidrio) desde el punto de vista óptico, tienen índices de refracción muy parecidos, en cuyo caso casi toda la luz que les llega se transmite y casi ninguna se refleja.

Podremos llegar a la conclusión de que la parte de luz reflejada y transmitida depende, fundamentalmente, de los medios (su índice de refracción) que separan esa superficie.

¿Esto es así también con las ondas sonoras? Sí, solo que para hablar de lo parecidos o diferentes que son los medios desde el punto de vista acústico, hablamos de su impedancia acústica específica. Por ejemplo, el agua y el aire tienen impedancias acústicas muy diferentes por lo que, al llegar una onda sonora, gran parte de la energía se refleja y el resto se transmite. Podemos entender entonces el porqué del silencio al hacer submarinismo.



REFLEXIÓN ESPECULAR Y REFLEXIÓN DIFUSA

Tanto un espejo como un folio blanco reflejan casi toda la luz que les llega, sin embargo, si miramos al espejo vemos imágenes y si lo hacemos al folio vemos el propio folio. ¿Por qué ocurre esto?

OBJETIVO Diferenciar reflexión especular y difusa.

MATERIAL Espejo y folio.

Esta actividad es más una charla-coloquio que una práctica propiamente dicha; sin embargo, la consideramos de gran interés con objeto de clarificar muchas ideas y preconcepciones que tienen los estudiantes en épocas tempranas.

Comenzamos planteando la pregunta con la que hemos comenzado, las ideas vertidas por los chicos y las dos primeras imágenes que aportamos nos permitirán distinguir lo que se conoce como reflexión especular y reflexión difusa.

Las tres siguientes imágenes nos permitirán poner un ejemplo claro, pues progresan desde una superficie de agua totalmente quieta (reflexión especular), a una superficie algo más ondulada (las imágenes empiezan a perderse) y, por último, a una superficie rugosa en la que ya no vemos imágenes sino la propia superficie (reflexión difusa).



REFLEXIÓN TOTAL. FIBRA ÓPTICA

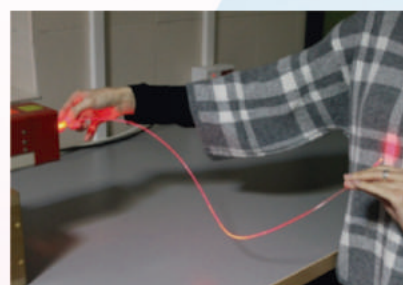
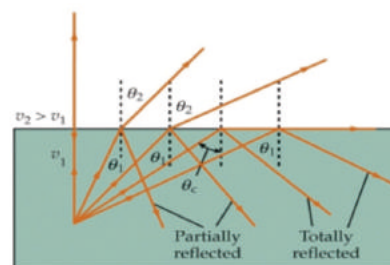
Antes hemos podido ver que cuando la luz pasaba del aire al agua, el ángulo de refracción es más pequeño que el de incidencia, se acerca a la normal. ¿Qué ocurre si pasa de agua al aire?

OBJETIVO: Conocer y discutir el ángulo límite y la reflexión total, y analizar sus aplicaciones.

Material: Puntero láser. Botella de vidrio. La misma cubeta utilizada ya en la experiencia de reflexión y refracción. Es interesante disponer de una “fibra óptica”, un hilo de pescar puede servirnos como tal.

Realización: Comenzaremos con la misma cubeta usada en la experiencia de reflexión y refracción y en las mismas condiciones, sólo que ahora haremos incidir la luz de nuestro puntero desde el agua hacia el aire. Podremos observar cómo el rayo de luz al pasar al aire se aleja de la normal (línea perpendicular al punto de incidencia), como era de esperar ya que las trayectorias luminosas son reversibles. Encontraremos el ángulo límite y nos planteamos qué ocurre si se supera ese ángulo, con lo que descubriremos la reflexión total. Esto nos permitirá hablar de “guiar la luz” (figura dos) y comentar que representa la base de lo que conocemos como fibra óptica. Podremos iniciar una charla/coloquio para analizar y discutir casos en los que se utiliza (decorativos, investigación, comunicaciones, medicina,...), llegando a la conclusión de que actualmente está muy presente en nuestra sociedad.

Podemos ahora construarnos nuestra propia “fibra óptica con agua”. Para ello, necesitamos una botella de vidrio a la que, previamente, haremos un agujerito (con una broca para vidrio de 2 mm va bien) a pocos centímetros del fondo. Tapamos el agujero y llenamos la botella de agua. Incidimos perpendicularmente la luz de nuestro puntero sobre la botella de tal forma que llegue al agujero (ver figura). Con esta disposición, destapamos el agujerito con lo que el agua empezará a fluir, podremos ver cómo el chorro de agua ha actuado como fibra óptica y la luz ilumina el lugar donde cae el agua.

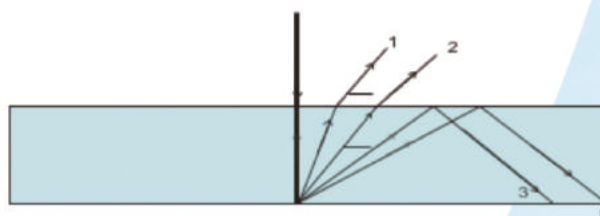


EFFECTO PFUND

OBJETIVO Medir el índice de refracción de un vidrio.

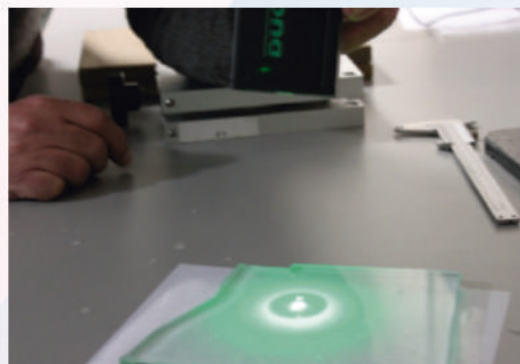
MATERIAL Puntero láser, calibre, vidrio y un folio.

Supongamos que en la parte inferior del vidrio tenemos una fuente luminosa puntual que emite en todas direcciones. Habrá rayos que al llegar a la superficie superior del vidrio se refracten y sigan las trayectorias como los marcados en la figura con (1) y (2), pero también habrá un rayo (3) que incide con el ángulo límite y, a partir de él, todos los que incidan con ángulo superior (4) sufrirán reflexión total, con lo que volverán a iluminar la superficie inferior del vidrio. Por tanto, si nosotros observamos desde arriba, y dada la simetría del sistema, veremos círculos como los mostrados en la imagen.



¿Cómo conseguir la fuente puntual que emita en todas direcciones? Lo único que tenemos que hacer es coger un folio blanco, mojarlo y pegarlo a la superficie del vidrio. Si ahora incidimos con nuestro puntero sobre el vidrio observaremos lo antes comentado, ya que el punto en el que incide se convierte en un punto difusor que emite luz en todas direcciones.

REALIZACIÓN Tras adherir el papel humedecido incida con el puntero y mida el diámetro del primer círculo oscuro que observa. Mide también el espesor de la lámina de vidrio. Por simple geometría podrás conocer el ángulo límite y, sabiendo su expresión, podrás determinar el índice de refracción tal y como pretendíamos. ¿Crees importante el ángulo con el que se haga incidir el puntero? Prueba con distintos ángulos y discute lo observado. El índice de un material depende de la longitud de onda de la luz, por lo que lo habremos medido para una determinada, si cambiamos de puntero (si lo hemos hecho con uno verde, pasemos a uno rojo) podremos medirlo para otra longitud de onda. Discute lo que se obtenga.



¿Podría medirse con este método el índice del agua? Inténtalo.

ESPEJOS PLANOS

OBJETIVOS Analizar las imágenes que genera un espejo plano o una combinación de ellos.

MATERIAL Dos espejos planos y distintos objetos con algo escrito que se pueda leer.

REALIZACIÓN Coloca el espejo verticalmente y delante de él el objeto (ver figura). Podremos hacernos distintas preguntas. ¿Dónde está la imagen que da el espejo del objeto que hemos puesto? La imagen parece estar detrás del espejo, es lo que conocemos como una imagen virtual. ¿A qué distancia del espejo está? Para discutir esto, hay que acercar y separar el objeto del espejo. ¿Cómo es la imagen respecto del objeto? La imagen es del mismo tamaño pero está invertida de izquierda a derecha. ¿Por qué se produce una inversión de izquierda a derecha y no una de arriba abajo? ¿Por qué crees que las ambulancias tienen su rotulación escrita al revés?

Cuando nos miramos en un espejo, ¿nos vemos como nos ven los demás? ¿Qué podríamos hacer para vernos como nos ven los demás? Coloquemos ahora dos espejos en vertical formando un ángulo de 90° , ¿cuántas imágenes de un objeto que coloquemos delante crees que se formarán? Al colocar el objeto veremos una situación como la mostrada en la foto. Observaremos que dos imágenes tienen inversión de izquierda a derecha, pero la tercera, que está como detrás del vértice de unión de los espejos no presenta esa inversión. ¿Por qué crees que sucede esto? Esa imagen es la imagen que un espejo da de la imagen producida por el otro espejo del objeto, por lo tanto, ha sufrido una doble inversión, aparece como vemos el objeto.

Si variamos ahora el ángulo que forman los dos espejos, ¿cuántas imágenes veremos?, ¿están invertidas o no?

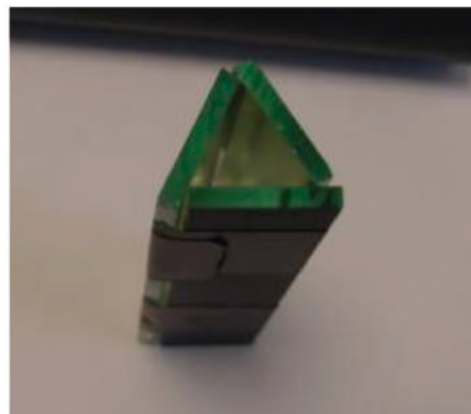


CONSTRUIR UN CALEIDOSCOPIO

Colocando espejos planos formando un cierto ángulo podemos conseguir múltiples imágenes, esa es la idea de un caleidoscopio.

El caleidoscopio fue inventado por Sir David Brewster, un científico escocés, en 1816 y patentado por él un año después. El nombre que le dio al invento proviene de las palabras griegas kalos (bonito), eidos (forma) y scopos (observador).

Los elementos fundamentales que lo conforman son básicamente 3 espejos planos que se sitúan formando un triángulo equilátero, aunque pueden construirse otras versiones.



CÓMO CONSTRUIR UN CALEIDOSCOPIO

Nosotros sustituiremos los espejos por 3 trozos rectangulares de un CD, ya que esto nos aportará muchas ventajas: más seguro (menos probabilidad de accidentes), más barato, y, sobre todo potenciamos una cultura más ecológica y del reciclaje en los niños, ya que un CD tarda unos 5000 años en descomponerse en un vertedero. En la siguiente figura representamos los pasos a seguir:



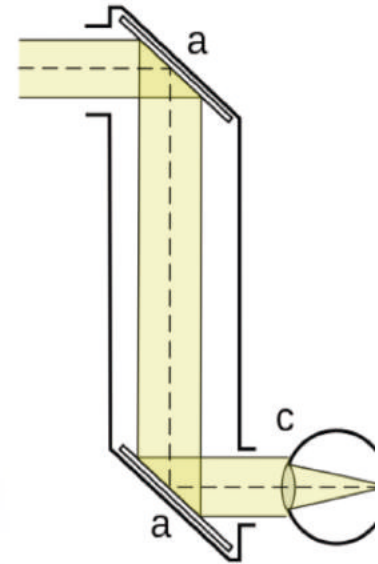
CONSTRUIR UN PERISCOPIO

Un periscopio es uno de esos instrumentos que nos llama la atención a todos, especialmente a los niños, además, es muy fácil de construir, podemos hacerlo con multitud de materiales, muchos de ellos, que hemos usado y podemos reciclar en vez de tirarlos a la basura, lo que hace que su utilización suponga también un actividad de reciclaje.

Todo esto hace de especial interés su construcción en niveles de educación Primaria o Secundaria.

La figura representa el esquema de un periscopio. Como se puede observar, sólo necesitaremos un tubo, en nuestro caso hemos utilizado o un tubo de PVC o uno de los usados para guardar poster (ver imagen), pero incluso, se pueden utilizar envases rectangulares de productos alimenticios, y dos espejos planos (marcados con “a” en la figura). La única cuestión que debemos de tener en cuenta es que los dos espejos deben estar colocados formando un ángulo de 45° respecto de la luz incidente, es decir, el espejo lo colocamos sobre la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyos catetos miden igual.

La fotografía adjunta muestra cómo lo hemos construido nosotros.



1) Cortar CD



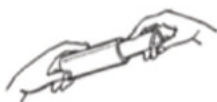
2) 3 rectángulos iguales



3) Construir un prisma con ello



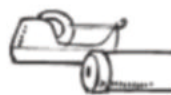
4) Meter en un tubo



5) Construir un visor



6) Pegar visor.



ESPEJOS ESFÉRICOS: CÓNCAVOS Y CONVEXOS

OBJETIVO Observar y discutir cómo son las imágenes que generan los espejos cóncavos y convexos de un determinado objeto.

MATERIAL Espejo cóncavo. Espejo convexo.

Con sólo mirar a nuestro alrededor, podremos encontrar espejos cóncavos y convexos que usamos casi a diario. Podemos encontrar espejos convexos en las esquinas de las calles para ver si viene algún vehículo por la calle perpendicular a la que circulamos nosotros, o en determinados supermercados (le ayudan al encargado a visualizar qué hacen sus clientes).



En nuestro caso, usaremos como espejo convexo una bola de las que se cuelgan en los árboles de Navidad (ver imagen) y como cóncavo uno de los conocidos como de aumento, utilizados para maquillarse (ver imagen).

REALIZACIÓN Tomemos nuestro espejo convexo y observemos nuestra imagen en él, ¿cómo es esa imagen? Vayamos ahora cambiando nuestra posición respecto al espejo, ¿cambia la imagen? Si es posible, repitamos la experiencia con bolas de distinto tamaño, así podremos discutir cómo varía la imagen al variar el radio del espejo.

Ahora repitamos la experiencia pero usando el espejo cóncavo. Comencemos colocando nuestro objeto próximo al espejo, ¿cómo es la imagen que observamos? Alejemos lentamente el objeto del espejo, ¿hay alguna posición en la que no observamos ninguna imagen?, si continuamos alejándonos, ¿cómo es ahora la imagen?

¿Qué experiencia harías para poder diferenciar entre un espejo convexo y otro cóncavo?



LENTES CONVERGENTES Y DIVERGENTES

OBJETIVO Conocer las lentes convergentes y las divergentes, discutiendo las imágenes que generan de un objeto.

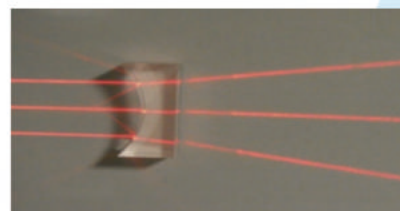
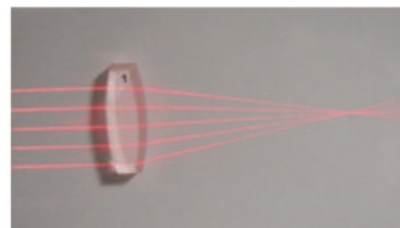
MATERIAL Distintas lentes, tanto convergentes como divergentes.

Las lentes son el sistema óptico más conocido y utilizado en nuestra vida cotidiana, sobre todo las lentes esféricas, de las que tenemos dos tipos: lentes convergentes y divergentes. La figura las muestra (la primera foto presenta una sección o corte transversal de una lente convergente y la segunda de otra divergente), y el porqué de su nombre. De las primeras son las que usamos como lupa, o las utilizadas para compensar la hipermetropía o la presbicia. Con las segundas se compensa la miopía.

El parámetro fundamental que las caracteriza es su distancia focal, es decir la distancia desde la lente al punto donde convergen unos rayos que lleguen a la lente desde el infinito (así se denomina cuando los rayos incidentes son paralelos, eso suele suceder cuando la fuente de luz es lejana).

En la figura se muestran tres lentes convergentes, la más pequeña es una lente intraocular, como las que se colocan en el ojo en sustitución del cristalino cuando una persona tiene cataratas.

En esta experiencia proponemos hacer una medida aproximada de su distancia focal.



LENTE DE AGUA

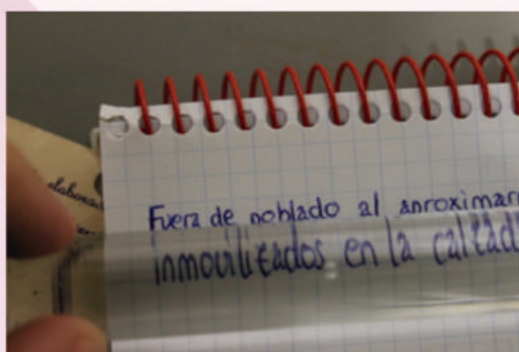
¿CÓMO ES LA IMAGEN QUE GENERA DE UN OBJETO?

OBJETIVO Discutir la imagen que genera una lente cilíndrica de agua.

MATERIAL Tubos de ensayo. Recipiente cilíndrico (vaso, florero o similar)

Empezaremos construyendo nuestra lente cilíndrica de agua. Llenamos un tubo de ensayo totalmente con agua y lo tapamos con un corcho o similar, para que no se derrame (conviene que no quede ninguna burbuja de aire). Tomemos como objeto un papel escrito con letras pequeñas, y coloquemos encima de una línea, pegada a ella, nuestra lente (ver figura). ¿Cómo es la imagen que observamos? Vayamos ahora levantando nuestra lente poco a poco mientras seguimos observando la imagen que genera. ¿Cambia la imagen observada? Dado que, a una cierta distancia, vemos la imagen invertida, podemos hacer una segunda experiencia. A una cierta distancia de nuestro vaso cilíndrico, colocamos un folio en el que hemos escrito “dióxido carbónico”. Con el vaso vacío vemos bien ese objeto, pero comenzamos a llenarlo de agua y ¿qué ocurre? ¿Podríamos decir que le ha dado la vuelta a lo que está escrito de color, pero no a lo escrito en negro? (ver imagen). Si esto es así, el agua que hemos vertido será “agua mágica”.

Pueden hacerse distintas variantes de esta experiencia como buscar qué tipo de mensaje escribir, o escribir (con letra) los números (UNO, DOS, TRES...) y plantear por qué invierte unos y no otros, o bien utilizar flechas, etc.



¿QUÉ LENTE TIENES EN TUS GAFAS?

OBJETIVO Identificar la ametropía esférica de una persona observando sus ojos con las gafas puestas.

MATERIAL Como ya hemos dicho, las lentes divergentes se usan para compensar la miopía, las convergentes para la hipermetropía y presbicia, mientras que para el astigmatismo se utilizan lentes cilíndricas. Pues bien, con sólo mirar los ojos de una persona con gafas podremos saber qué defecto de refracción presenta. Veámoslo.

Cuando miramos un objeto próximo a una lente convergente y, a través de ella, lo vemos (la imagen que vemos de él), su tamaño es un poco más grande, como ocurre con una lupa. Por ello, a una persona con hipermetropía, con sus gafas puestas, le veremos los ojos un poco más grandes que sin ellas. Sin embargo, si la persona tiene miopía, le veremos los ojos algo más pequeños, ya que en sus gafas hay una lente divergente y a través de ella la imagen es menor que el objeto.

Para darnos cuenta de que una persona tiene astigmatismo y, por tanto, unas lentes cilíndricas en sus gafas, tendremos que coger éstas y mirar una línea a través de ellas (por ejemplo el marco de una puerta); si giramos las gafas, observaremos cómo la línea se va inclinando.

Cuando la persona tiene más de un defecto, por ejemplo, miopía y astigmatismo juntos, pueden observarse los dos efectos correspondientes comentados, lo que hace que la observación sea algo más difícil.

PROPUESTA Observar y deducir qué lente tienen los compañeros de la clase en sus gafas y, por tanto, cuál es su defecto de refracción.

ESPARCIMIENTO

¿POR QUÉ EL CIELO ES AZUL Y LOS ATARDECERES ROJIZOS?

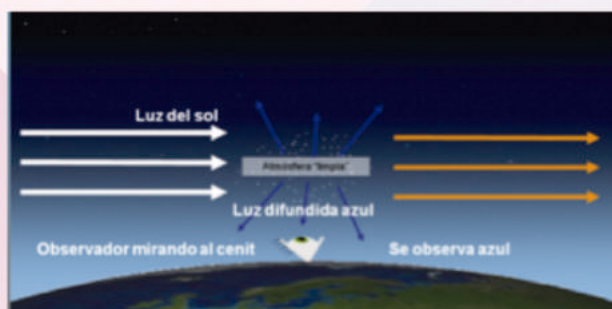
OBJETIVO Conocer el fenómeno del esparcimiento de la luz.

MATERIAL Cubeta transparente. Unas gotas de leche. Un foco de luz, preferentemente de incandescencia.

Estas son unas de las preguntas que más gente se ha hecho a lo largo de la historia y, por tanto, merece la pena que nos paremos un poco a intentar resolverlas. Evidentemente, la respuesta debe estar en algún fenómeno que sufra la luz en la atmósfera. Cuando la luz del sol llega a la atmósfera se encuentra con muchas partículas (las distintas moléculas que constituyen el aire) muy pequeñas produciéndose un fenómeno conocido como “Esparcimiento Rayleigh”, es decir, la luz se esparce en todas direcciones, pero no se esparcen por igual todas las luces elementales (colores) que la constituyen, se esparcen más los azules y menos los rojos. Ilustramos esto en la figura siguiente. Por ello, si miramos al cenit, nos llegará, fundamentalmente, luz esparcida y observaremos el cielo azul. En cambio, si nos colocamos de tal forma que nos llegue la luz que menos se ha esparcido, nuestra sensación será de un color rojizo, tal y como observamos en las puestas del sol. ¿Qué ocurriría si no hubiera atmósfera? ¿Por qué en las películas de ciencia ficción se ve el espacio negro?

EXPERIENCIA Necesitamos una cubeta (las que se suelen usar como acuarios podrían ser adecuadas) que llenaremos de agua. A continuación le ponemos un poco de leche, con ello dispondremos de partículas que en “nuestra atmósfera” esparcirán la luz. No tendremos ahora más que iluminar con un foco de luz blanca y observar desde distintas posiciones. Si miramos el foco desde el otro lado de la cubeta notaremos la luz más rojiza que si no estuviera la cubeta, mientras que si observamos la cubeta en dirección perpendicular a la que hemos puesto el foco, observaremos la luz más azulada.

En esta segunda posición, volvamos a mirar la cubeta, pero ahora a través de un polarizador que giraremos mientras observamos. La explicación a lo que ocurre la entenderemos mejor cuando veamos los fenómenos de polarización. ¿No debería de verse el cielo violeta?



TIPOS DE ONDAS

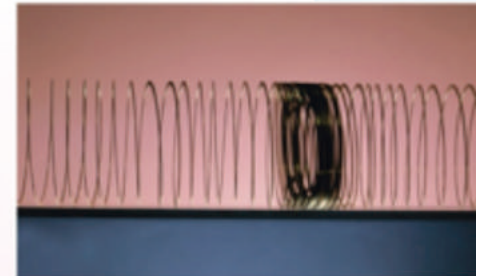
OBJETIVO Conocer qué es una onda. Diferenciar los distintos tipos de ondas. Particularizar a la luz y el sonido.

MATERIAL Muelle.

Si en un estanque en el que el agua está totalmente quieta, tiramos una piedrecita observamos que, desde el punto donde ha caído, van desplazándose círculos concéntricos que se van alejando de él. Hemos producido una perturbación que se propaga a los demás puntos del medio, constituyendo lo que se denomina una onda. Una onda es, por tanto, la propagación de una perturbación. En este ejemplo, la onda se propaga por la superficie del agua, pero las partículas perturbadas sólo suben y bajan respecto a la posición que tenían.



Pueden hacerse distintas clasificaciones de tipos de ondas atendiendo a diversos criterios. Para nosotros tiene especial interés clasificarlas en función de cómo varía la magnitud que hemos perturbado respecto a la dirección en la que se mueve la onda. En las dos siguientes imágenes se muestra cómo es la onda que se propaga cuando perturbamos un muelle de dos formas distintas. En la primera, la magnitud varía en la misma dirección de propagación de la onda y le llamamos “onda longitudinal”. En la segunda, varía en dirección perpendicular a la de propagación y le llamamos “transversal”. ¿De qué tipo es la onda que se origina al tirar una piedra al lago?



El sonido es una onda longitudinal, mientras que la luz es una onda transversal. ¿Podrías poner otros ejemplos de ondas transversales y longitudinales? ¿Cómo son las ondas que se generan cuando se produce un terremoto?



POLARIZACIÓN

¿QUÉ ES UN POLARIZADOR?

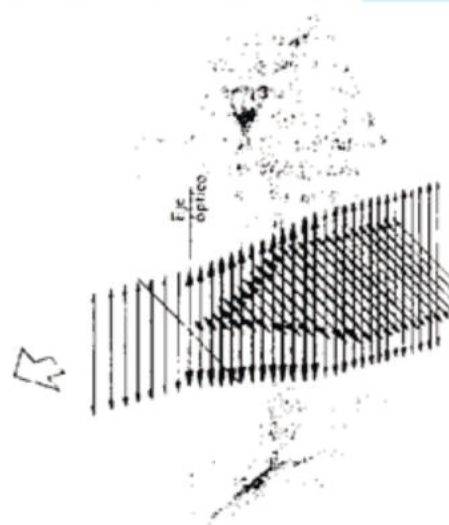
La luz es una onda transversal, lo que supone que aparezcan los fenómenos de polarización que trataremos en esta y en las siguientes experiencias.

OBJETIVOS Analizar la luz que nos llega. Saber si está polarizada.

MATERIAL Dos polarizadores.

Al ser la luz una onda transversal, la perturbación que se produce vibra perpendicular a la dirección de propagación. Pero hay muchas direcciones posibles, cualquiera contenidas en el plano perpendicular a la dirección de propagación.

Una fuente luminosa emite multitud de ondas independientes entre sí, por lo que en cada una de ellas la perturbación lo hace en una determinada dirección. De ahí que surjan ondas que vibran en todas las direcciones del plano perpendicular a la dirección de propagación, es lo que llamamos luz no polarizada. Si nos pudiéramos quedar sólo con las ondas que vibran en un solo plano, tendríamos lo que se llama luz polarizada. Lo podemos conseguir con un polarizador. Éste es un material que presenta una absorción selectiva de la luz dependiendo de su dirección de vibración. Se caracteriza por una dirección, eje óptico, tal que si la onda incidente vibra en el plano que la contiene, no será absorbida, pero si vibra en un plano perpendicular, será absorbida (ver imagen). Para una dirección intermedia, dejará pasar la proyección sobre el eje óptico. Así, a la salida, tendremos luz polarizada.



REALIZACIÓN Toma los dos polarizadores y mirando a una fuente de luz, gira uno respecto del otro.

¿Qué pasaría si colocáramos dos polarizadores uno a continuación de otro de tal forma que sus ejes ópticos tuvieran la misma dirección? ¿Y si sus ejes están en direcciones perpendiculares? Comprueba si sucede lo que habías pensado.

POLARIZACIÓN POR REFLEXIÓN. GAFAS POLARIZADAS

OBJETIVOS Analizar la polarización por reflexión. Conocer las gafas de sol polarizadas.

MATERIAL Un polarizador.

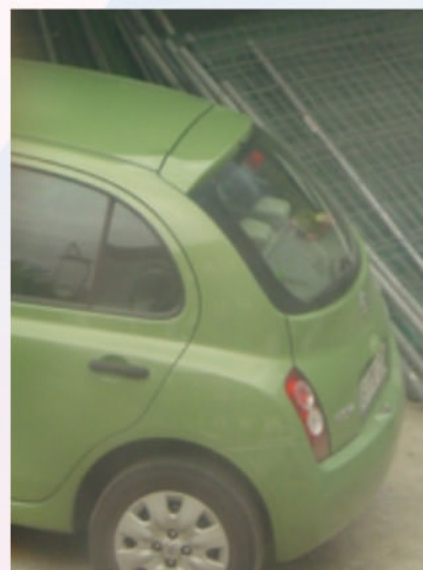
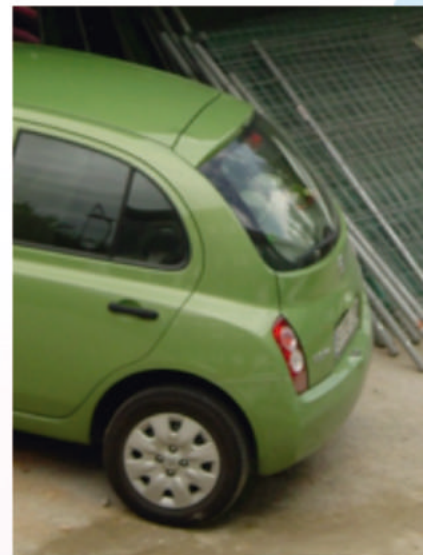
Mucha de la luz reflejada que nos llega está polarizada, y esa polarización puede ser total si la luz ha incidido con un determinado ángulo.

REALIZACIÓN En múltiples ocasiones llega hasta nosotros luz procedente de reflejos que resultan incómodos para nuestros ojos, podremos eliminarlos utilizando un polarizador, ya que, como hemos dicho, la luz reflejada está parcialmente polarizada. Ese es el objetivo de las gafas de sol polarizadas, por ello son utilizadas en aquellas situaciones en las que hay muchos reflejos molestos, en la playa, en la nieve para esquiar, en la conducción, etc.

¿Por qué en el equipo habitual de un fotógrafo figura un polarizador? Al hacer una foto como la que mostramos, el reflejo no nos deja ver bien su interior, pero si colocamos un polarizador delante del objetivo de nuestra cámara y lo giramos, el reflejo desaparecerá. Usa el polarizador para comprobarlo. Por tanto, siempre que queramos eliminar un reflejo podemos utilizar un polarizador.

Volvamos a las gafas de sol polarizadas. Muchas personas suelen preguntarse si son mejores o no que las normales, aunque no deberíamos compararlas ya que sus objetivos son claramente diferentes.

Dicen que las gafas de sol polarizadas son recomendables para conductores de coches, pero no para motoristas, ¿por qué? Para ver el cine en 3D nos dan unas gafas polarizadas, ¿podríamos entonces ver una película en 3D con las gafas de sol polarizadas? Si vas a las experiencias de binocularidad y analizas unas gafas de cine con un polarizador, podrás resolverla.



POLARIZACIÓN POR ESPARCIMIENTO

Recordemos cómo finalizábamos la experiencia de “por qué el cielo es azul”. Debíamos observar la cubeta a través de un polarizador y girarlo. Es el momento de que intentemos explicar lo que observábamos.

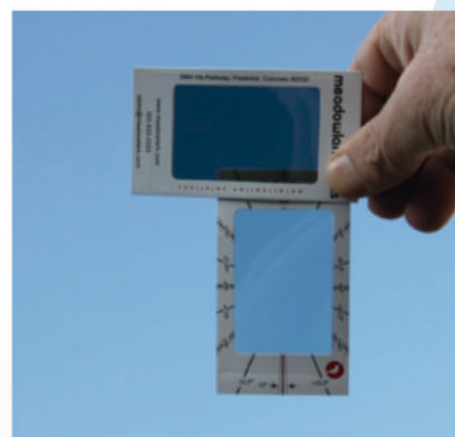
OBJETIVO Conocer la polarización por esparcimiento.

MATERIAL Un polarizador.

La luz esparcida por las moléculas del aire está polarizada parcialmente, siendo máxima esa polarización en la dirección perpendicular al sol. Podemos comprobarlo.

REALIZACIÓN Tomemos nuestro polarizador, observemos el azul del cielo a través de él y girémoslo, observaremos cambios en la intensidad. La primera imagen muestra dos polarizadores colocados con orientaciones perpendiculares. Si repetimos la experiencia dirigiéndonos a distintos puntos de la bóveda celeste, veremos que cuando miramos al zenit, el oscurecimiento del polarizador es casi total, prueba de que la luz que le llega está polarizada (segunda imagen), pues en esa dirección la polarización de la luz esparcida es total. Esta polarización parcial según la dirección es aprovechada por las abejas para orientarse. Busca qué otros animales pueden “ver” la luz polarizada.

Podemos entender ahora que en la experiencia del azul del cielo, al mirar la cubeta a través del polarizador y girarlo, varíe el oscurecimiento de éste.



FOTOELASTICIDAD

¿Soportan los distintos puntos de una pieza de un material la misma tensión? Gracias a la luz polarizada y a un fenómeno conocido como “fotoelasticidad”, podemos observarlo.

OBJETIVO Conocer el fenómeno de la fotoelasticidad.

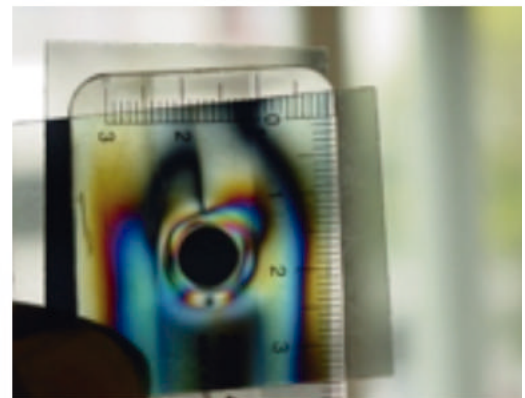
MATERIAL Dos polarizadores. Distinto material transparente de uso cotidiano.

REALIZACIÓN Coloquemos nuestros dos polarizadores uno a continuación del otro y en la posición en la que no dejan pasar luz. Pongamos entre ellos un material transparente que haya sido sometido a tensiones (en nuestro caso hemos puesto una regla, ver imagen).

¿Por qué aparecen esas franjas coloreadas? Sustancias transparentes normalmente isótropas (en ellas la velocidad de la luz es la misma en cualquier dirección) dejan de serlo (anisótropas) por la aplicación de un esfuerzo mecánico, este fenómeno se denomina fotoelasticidad. Este material anisótropo, modifica el estado de polarización de la luz que la atraviesa, pero esta modificación es diferente para cada “luz elemental”, lo que origina que las bandas se vean coloreadas.

Para analizar la fotoelasticidad se usa un polariscopio que, en esencia, no es más que dos polarizadores cruzados entre los que podemos colocar el material transparente que queremos analizar. En la fotografía aparece un polariscopio en el que hemos colocado distinto material cotidiano y en el que observamos unas bandas coloreadas que nos indican la distinta tensión a la que están sometidos los diferentes puntos del material.

Busca materiales similares en tu casa y podrás observar todo lo dicho. ¿En qué usos crees que será interesante el polariscopio? ¿Podría usarse en el control de calidad de algunas industrias?



LA PANTALLA DE TU ORDENADOR EMITE LUZ POLARIZADA

OBJETIVO Comprobar que la luz que emite la pantalla de un ordenador es luz polarizada.

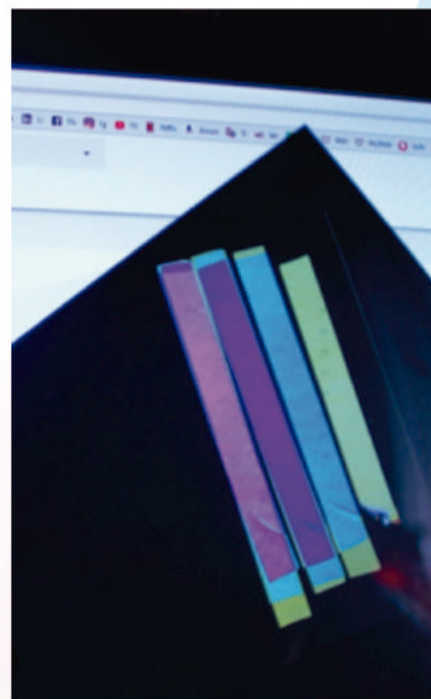
MATERIAL La pantalla de tu ordenador, un polarizador y cinta adhesiva.

REALIZACIÓN Coloca el polarizador delante de la pantalla de tu ordenador y, mirando a través de él, gíralo; encontrarás una posición en la que se oscurece totalmente, prueba de que la luz emitida por la pantalla está polarizada; si sigues girándolo observarás que cada vez deja pasar más luz hasta llegar a otra posición (perpendicular a la anterior) en la que deja pasar casi toda la luz.

Para completar la experiencia, cojamos un trozo de vidrio y peguémosle tiras de cinta adhesiva. Nosotros hemos puesto una tira, a continuación dos tiras superpuestas, después tres tiras superpuestas y, por último, cuatro tiras. Con el vidrio así preparado, podemos colocarlo entre la pantalla del ordenador y el polarizador y, al ir girando, podremos ver imágenes como la que recogemos en la fotografía. La cinta adhesiva es un material anisótropo que modifica el estado de polarización de la luz y que depende de su espesor, de ahí que su comportamiento sea diferente al poner distintos espesores. (Como decíamos en la experiencia anterior, esta modificación es diferente para cada luz elemental, lo que hace que nuestras bandas aparezcan coloreadas).

Puedes completar la experiencia colocando entre la pantalla y el polarizador distintos materiales transparentes, con lo que podremos analizar si son isótropos (no modifican el estado de polarización, como si no estuvieran) o anisótropos.

Busca qué otros dispositivos que tengas en casa emiten luz polarizada (calculadora, reloj digital).



OBJETOS TRANSPARENTES, TRANSLÚCIDOS Y OPACOS

OBJETIVO Definir y diferenciar objetos transparentes, translúcidos y opacos.

MATERIAL No se proporciona, podemos tomar muchos ejemplos de la vida cotidiana.

REALIZACIÓN Aunque podrían tomarse otros ejemplos, en la fotografía mostramos los que nosotros hemos elegido. Si vamos de izquierda a derecha, el primer vaso (lleno de agua) es un buen ejemplo de “transparente”, pues pueden verse a través de él las imágenes de los objetos que hay detrás. El segundo vaso está también lleno de agua, pero hemos añadido unas gotas de leche, sería un ejemplo de translúcido, deja pasar algo de luz, pero no permite ver imágenes. El tercer vaso está lleno de leche y es un buen ejemplo de opaco, no deja pasar la luz, no vemos lo que hay detrás de él.

Podría haberse usado un vidrio de una ventana (transparente), un vidrio deslustrado (translúcido) y una cartulina (opaco), o muchos otros, como ejemplos para ilustrar la experiencia.

Debe quedar claro que esta definición dada es independiente del tipo de luz con la que iluminemos el objeto (aunque en nuestro ejemplo hayamos supuesto luz blanca).



EL COLOR DE LOS OBJETOS (I)

Si nos preguntan, ¿de qué color es el caballo blanco de Santiago?, solemos contestar con contundencia: ¡Blanco! Pero, ¿no deberíamos haber preguntado con qué tipo de luz lo estamos iluminando?

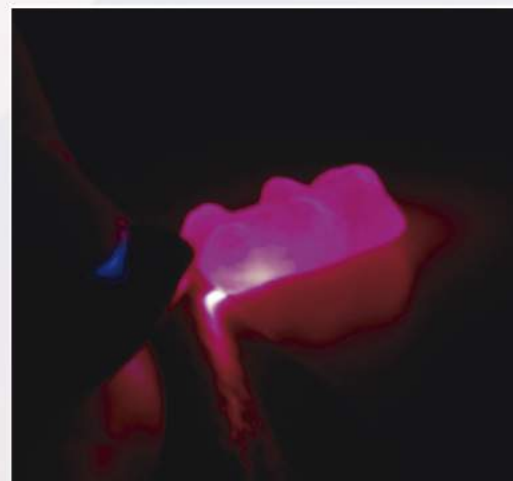
OBJETIVOS Analizar de qué depende el color de los objetos.

MATERIAL Ositos de gominola de distinto color. Puntero láser. (También podría realizarse con una linterna blanca poniéndole delante filtros de distintos colores, por ejemplo con papel de celofán).

El color que observamos de un objeto solemos atribuirlo exclusivamente a las características del objeto de que se trate (suele creerse que el color es una propiedad característica de los objetos), pero, como ya hemos comentado en otras experiencias, va a depender de la luz con la que lo estemos iluminando.

REALIZACIÓN Podríamos iniciar la experiencia de distintas formas, proponemos hacerlo tomando un osito de gominola blanco, hacer incidir sobre él la luz verde de nuestro puntero y preguntar ¿de qué color es el osito? Es la situación que mostramos en la primera fotografía, si no han visto antes el osito, la respuesta será: “verde”. Cambiemos ahora nuestro puntero verde por uno rojo y repitamos la pregunta (segunda imagen). Por último, observemos el osito con la luz habitual de nuestra aula o con la luz del sol.

Podemos continuar la experiencia iluminando ositos de distintos colores con distintos tipos de luces, seguro que podremos extraer interesantes conclusiones.



EL COLOR DE LOS OBJETOS (II)

En muchas ocasiones nos dicen que un objeto es rojo porque refleja el rojo, dando por hecho que sólo refleja ese color, pero, ¿es esto así?

OBJETIVO Discutir el color de objetos conocidos observando su reflectancia.

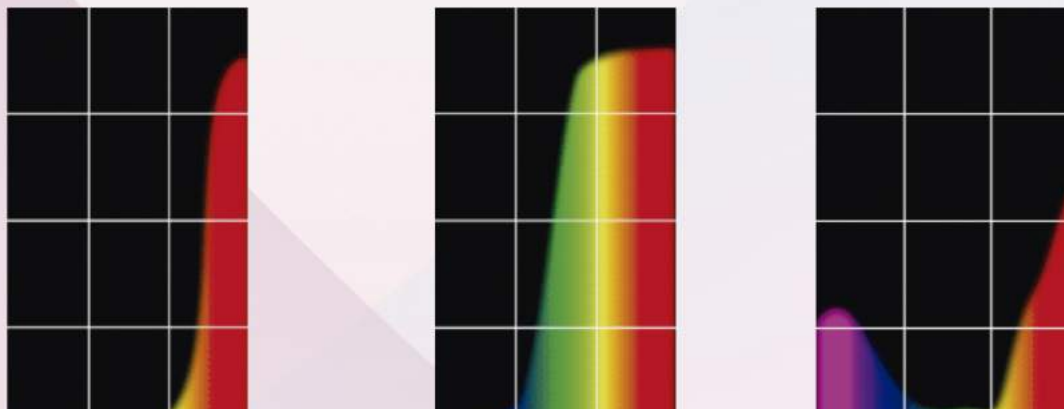
MATERIAL Reflectancias de distintos objetos.

Dependiendo de las características de cada cuerpo, cuando lo iluminamos con luz blanca (compuesta por todas las luces elementales) refleja en mayor o menor proporción algunas menor proporción algunas de ellas respecto de otras.

Llamamos reflectancia espectral a la proporción de cada una que refleja un determinado objeto.

REALIZACIÓN Para la realización de esta experiencia, proponemos buscar la reflectancia de objetos conocidos y discutir, a la vista de ella, el color que presenta el objeto. Nosotros aportamos tres ejemplos: el primero se corresponde con la reflectancia de un tomate maduro (rojo); el segundo es la de un plátano maduro (amarillo) y el tercero es la de unas uvas “negras”. Obsérvese, por ejemplo, en este último caso que las uvas “negras” reflejan de forma importante tanto luces elementales de la zona de los azules como de los rojos, lo que hace que, cuando llegan a nuestro ojo, éste las sume y tengamos una sensación de color “morado”.

Por ello, cuando hablamos de que un objeto es de un determinado color, deberíamos decir que fundamentalmente refleja una determinada luz elemental, y no decir, como habitualmente hacemos, que sólo refleja esa luz elemental.



MEZCLAS ADITIVAS

Todos sabemos que mezclando unos determinados colores podemos obtener otros. Pero, ¿nos da el mismo resultado si mezclamos dos luces que si mezclamos dos tintas?

OBJETIVOS Realizar mezclas aditivas de colores y discutir los resultados.

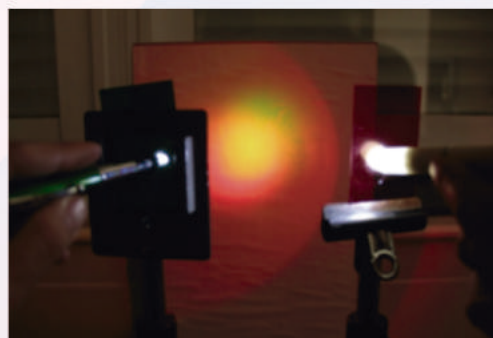
MATERIAL Pueden utilizarse luces de colores o bien la luz blanca de una linterna que hagamos incidir sobre un filtro de color.

Puede servirnos de filtros papeles de celofán de distintos colores o bien a partir de colorantes alimenticios, como los que mostramos en la fotografía, que pueden encontrarse en muchos supermercados y conseguir el color deseado con sólo poner las gotas que nos indica en la caja del producto.



REALIZACIÓN En las dos imágenes siguientes puede observarse cómo hemos realizado la mezcla, en la primera con los colorantes alimenticios y en la segunda con filtros de gel, en ambos casos hemos sumado el verde y el rojo y podemos observar en la pantalla el amarillo resultante.

Un complemento muy adecuado a esta experiencia es mirar la pantalla de nuestro móvil con un microscopio. Sólo tenemos que colocarlo encendido en el microscopio y enfocararlo, podremos ver los píxeles azules, verdes y rojos que la constituyen y comprobar cómo con distintas cantidades de los tres colores obtenemos todos los colores que nos muestra la pantalla.



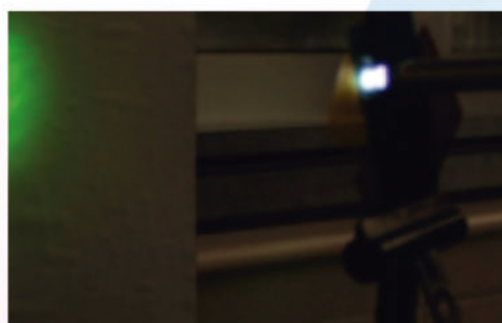
MEZCLAS SUSTRACTIVAS

OBJETIVOS Realizar mezclas sustractivas y diferenciarlas de las aditivas. Discutir los resultados obtenidos.

MATERIAL El mismo material usado en la experiencia anterior.

REALIZACIÓN La imagen adjunta muestra el dispositivo usado para la realización de la experiencia. Hemos tomado tres filtros (magenta, cian y amarillo) y los hemos cogido con una pinza de tal forma que haya partes en las que se superpongan los tres, dos a dos o no se superpongan. Ahora sólo tendremos que coger nuestra linterna e ir acercándola a la zona que queremos iluminar (donde no hay superposición, donde dos se superponen, etc.), observaremos en la pantalla el resultado de la mezcla si la hay. En la segunda imagen mostramos cuando nuestra linterna ilumina la superposición de los filtros amarillo y cian. En las mezclas aditivas utilizamos de “primarios” (colores base para obtener los demás) el azul, el verde y el rojo; sin embargo, en las mezclas sustractivas los primarios son magenta, cian y amarillo. ¿Por qué crees que será?

Una experiencia complementaria puede ser construir un disco de Newton (circulo que se divide en sectores y cada uno de ellos se colorea de un color) y hacerlo girar. Observaremos el color mezcla y podremos preguntarnos, ¿es una mezcla aditiva o sustractiva?

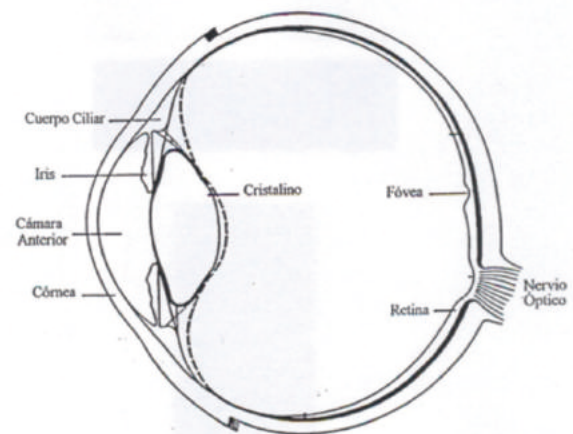


¿CÓMO ES NUESTRO OJO? ¿QUÉ PODEMOS VER DE ÉL?

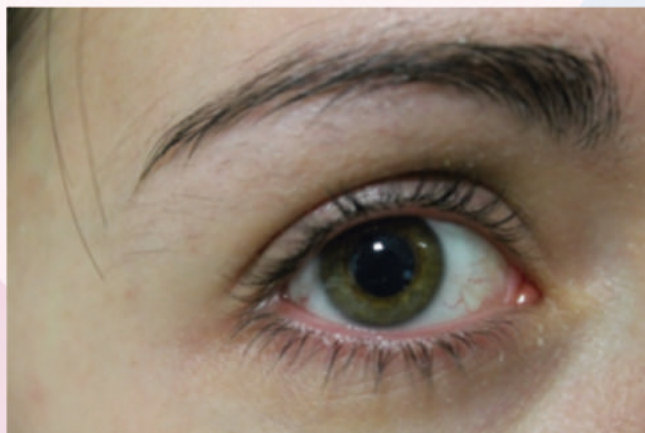
OBJETIVOS Conocer nuestro ojo y las partes que podemos observar externamente.

MATERIAL Espejo (preferiblemente cóncavo –los conocidos como de aumento utilizados para maquillaje– que nos permita verlo con mayor tamaño).

El ojo humano tiene una forma prácticamente esférica con un abultamiento delante, donde está la córnea, y una longitud de unos 2.5 cm desde delante a atrás. Un esquema de un corte transversal se muestra en la figura. El ojo, con dos lentes, la córnea y el cristalino, consigue formar imágenes de objetos que observamos sobre la retina, donde se encuentran las células sensibles a la luz (fotorreceptores). Pero ¿qué podemos ver de él? (ver segunda imagen). Una observación detallada de nuestro ojo nos llevará a identificar las distintas partes, párpados, pestañas, córnea, esclerótica,... y a plantearnos qué función tiene cada una de ellas.



REALIZACIÓN Observa tu ojo y el de varios compañeros, podrás discutir las analogías y diferencias que encuentres.



¿QUÉ ES LA PUPILA? ¿CÓMO FUNCIONA? ¿PARA QUÉ SIRVE?

OBJETIVOS Conocer nuestra propia pupila. Observar y discutir cómo se comporta con la cantidad de luz que le llega.

MATERIAL Espejo cóncavo. Linterna (en ningún caso un puntero láser).

El iris es un diafragma musculoso que puede abrirse y cerrarse, dejando una abertura que conocemos como la pupila. Nuestra pupila es el elemento que regula la cantidad de luz que entra en nuestro ojo. Esto es muy importante ya que si llegara mucha cantidad de luz podría quemarse nuestra retina y si llegara poca, no podríamos ver.

REALIZACIÓN En un ambiente con poca luz colocamos próximo a nuestro ojo el espejo cóncavo, por lo que podremos ver nuestra pupila muy abierta (su diámetro llega a ser de unos 8 mm). Iluminamos el ojo con una linterna, observaremos entonces cómo la pupila se cierra bruscamente (cuando hay mucha luz, su diámetro es de unos 2 mm). A continuación apagamos la linterna, con lo que podremos observar cómo la pupila se va abriendo paulatinamente. ¿Se abre a la misma velocidad a la que se cierra? ¿Por qué crees que actúa así? Si la persona que se observa su pupila lo hace, por ejemplo, con su ojo derecho, podremos observar su ojo izquierdo, con lo que comprobaremos que la pupila de este ojo también cambia de tamaño, aunque hayamos iluminado el otro ojo.

Nuestra pupila también cambia de tamaño en distintos estados emocionales. Así, miedo, alegría o sorpresa la dilatan. Cuando visualizamos imágenes agradables también se dilata la pupila, mientras que las no placenteras la contraen. El iris, que rodea la pupila, es único para cada persona y eso hace que se utilice en sistemas de reconocimiento de identidades. Su color depende de la cantidad de pigmentación que posea. Los menos pigmentados son azules y los más pigmentados marrones o incluso negros.

¿Cómo tienen sus pupilas otros animales? ¿Son también circulares?



PUNTO CIEGO

MATERIAL Sólo la figura que se proporciona.

OBJETIVO Comprobar la existencia del “punto ciego”.

En la retina hay una zona, denominada “punto ciego”, donde no hay fotorreceptores. Esta zona está situada justo donde el nervio óptico sale del globo ocular hacia el cerebro. No nos damos cuenta de su existencia porque el cerebro se encarga de “rellenar” ese punto para que no haya discontinuidades. Podrás comprobar su existencia realizando esta sencilla experiencia.

REALIZACIÓN Con tu ojo izquierdo cerrado o tapado mira la cruz con el derecho. Acerca (o aleja) la figura a tu ojo hasta que encuentres una posición en la que el punto blanco no se ve. ¿Qué crees que está pasando?



CAPILARES SANGUÍNEOS QUE RIEGAN LA RETINA

OBJETIVO Visualizar los vasos sanguíneos que riegan nuestra retina.

MATERIAL Una linterna (se proporciona).

Los vasos sanguíneos están situados por delante de la retina y al ser iluminados proyectan su sombra sobre ella.

¿Por qué, normalmente, no vemos estas sombras? Además de por ser muy finos, porque nuestro sistema visual no reacciona a patrones de luz estáticos.

REALIZACIÓN Cierra los ojos y sitúa la linterna encendida tocando el párpado (la luz no quema). Mueve suavemente la linterna. Verás el entramado de vasos sanguíneos de nuestro ojo.

Cuando movemos la linterna, las sombras de los vasos sanguíneos se mueven sobre la retina, haciéndose perceptibles.



¿POR QUÉ TENEMOS DOS OJOS? ¿QUÉ VENTAJAS NOS SUPONE?

OBJETIVO Tomar consciencia de las ventajas que supone tener una buena visión binocular.

MATERIAL A elegir por el que realiza la experiencia.

Tener dos ojos y colocados de manera frontal nos permite tener lo que conocemos como “visión estereoscópica”, lo que nos aporta grandes ventajas, sobre todo en lo relativo al cálculo de distancias. Si observamos un objeto, en la retina de cada uno de nuestros ojos se formará una imagen del objeto levemente distinta, ya que nuestros ojos están separados unos 7-8 cm. Nuestro cerebro integra esas dos imágenes dando origen a nuestra visión estereoscópica, es decir, visión de la profundidad. Este hecho lo podremos comprobar en otras experiencias.

REALIZACIÓN Con un ojo tapado, proponemos realizar pequeñas tareas cotidianas (llenar un vaso con agua con una jarra, o similar) que no supongan peligro. Con un ojo tapado no debe conducirse, ni utilizar herramientas cortantes, etc. ¿Resulta igual de fácil hacer las tareas con un ojo tapado que cuando los tenemos los dos abiertos? La visión estereoscópica aporta tantas ventajas que muchas profesiones (conductor, cirujano, dentista, camarero, piloto...) se consideran no adecuadas para aquellas personas que sólo tienen buena visión en un ojo.

¿Tienen todos los animales sus ojos en esta posición frontal? Hay animales que los tienen a ambos lados de la cabeza, ¿qué ventajas crees que les producirá esa situación?



ANÁGLIFOS

OBJETIVO Conocer los anáglifos y cómo funcionan.

MATERIAL Un filtro rojo y otro verde (pueden encontrarse multitud de anáglifos en internet).

Un anáglifo es una imagen plana que al observarse con unas determinadas características, se ve como si fuera tridimensional, la vemos con profundidad. Los anáglifos más conocidos son los rojo-verde, que para visualizarlos necesitamos unas gafas rojo-verde. Si miramos uno de estos anáglifos veremos la imagen desdoblada, una dibujada de rojo y otra de verde. Al utilizar las gafas, el filtro rojo hará que ese sólo observe la imagen roja, mientras que el otro ojo únicamente recibirá la imagen verde (ver imagen). Tendremos dos imágenes distintas de un mismo objeto que nuestro sistema visual suma produciendo una sensación de profundidad, estereoscopia.

REALIZACIÓN Busca en internet imágenes de anáglifos, obsérvalas y notarás el desdoblamiento que decíamos. Ahora toma los filtros rojo y verde que se proporcionan y coloca el rojo delante de tu ojo izquierdo y el verde delante del derecho, vuelve a mirar los anáglifos y... ¡tiene profundidad la imagen!

Busca información sobre los que utilizan polarizadores (también llamados “vectogramas”) y discute las analogías y diferencias con los rojo-verde.

Completa tu búsqueda con “estereogramas”, encontrarás muchos más ideas que se basan en los mismos que aquí hemos comentado.



VER A TRAVÉS DEL AGUJERO QUE TIENES EN TU MANO

OBJETIVO Comprobar cómo nuestro cerebro suma las dos imágenes procedentes de cada uno de nuestros ojos.

MATERIAL Un folio.

REALIZACIÓN De acuerdo a lo comentado en la experiencia anterior, vamos a proceder a comprobar cómo nuestro cerebro suma las dos imágenes procedentes de cada uno de nuestros ojos.

Enrollemos un folio en forma de un “canuto” y, con nuestro ojo izquierdo, miremos un objeto, mientras el derecho lo mantenemos cerrado. Coloquemos ahora nuestra mano abierta hacia nosotros pegada al canuto y abramos el ojo que teníamos cerrado (ver figura), podremos comprobar cómo vemos el objeto a través de un “agujero que tenemos en la mano”.

Conocido ya cómo trabaja nuestro sistema visual para tener una visión estereoscópica, podremos aplicarlo para “engañar” a nuestro cerebro y ver en tres dimensiones imágenes planas. Será el objetivo de nuestra próxima experiencia.



ILUSIONES ÓPTICAS

Nuestro Sistema Visual es extraordinario y de una gran complejidad. El último eslabón de este sistema es el cerebro que debe interpretar las imágenes que se forman en el ojo. Fruto de toda esa complejidad surgen las ilusiones ópticas, recordemos que un dicho popular dice que “vemos lo que queremos ver”.

OBJETIVO Mostrar algunas ilusiones ópticas.

MATERIAL Se proporcionan distintas ilusiones, pero pueden encontrarse muchas más de libre acceso en internet. Ahora comentamos algunas.

1 Podemos observar la silueta de dos caras enfrentadas, pero ¿no queda dibujada también una copa? El conocimiento previo nos condiciona y nos hace percibir una u otra figura.



2 Parece una princesa, pero si la giramos 180°, ¿qué observamos? Parece que nuestro cerebro tiene clara la orientación “normal” de una cara (pelo arriba, y boca abajo).



3 ¿Cuál de los dos círculos naranja es mayor? Todo depende del tamaño de los objetos que los circundan y con los que siempre comparamos para obtener una percepción estable de tamaño.



4 ¿Qué ves? ¿Son barcos o es un puente? Según dónde centremos nuestra atención, nuestro cerebro elegirá qué figura le sugiere una percepción más estable.

