

INTERPRETANDO FENÓMENOS ÓPTICOS COTIDIANOS

CRISTINA MARTÍNEZ LOSADA y SUSANA GARCÍA BARROS

FACULTAD DE CIENCIAS DA EDUCACIÓN. UNIVERSIDADE DA CORUÑA

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos ópticos son especialmente cotidianos, aunque no siempre seamos conscientes de ello. Estos fenómenos, en cuanto forman parte del medio, se tratan desde los primeros niveles educativos, siendo habitual que se estudien las sombras, el comportamiento de los materiales ante la luz, los colores, la importancia de la luz para los seres vivos, fenómenos astronómicos, ... desde una perspectiva fenomenológica. En niveles posteriores se profundiza en el estudio de estos fenómenos interpretándolos desde la óptica geométrica (Osuna, et al, 2007).

La observación de los fenómenos ópticos, la experimentación y la interpretación de los mismos son aspectos clave en la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, no siempre se insiste suficientemente en las experiencias directas, tratando estos temas desde un punto de vista eminentemente teórico. En este sentido, es habitual que los textos de Educación Primaria se limiten a presentar los diferentes fenómenos a través de dibujos, y que se haga énfasis en las representaciones geométricas, más abstractas, en secundaria. Esta falta de progresión en la dificultad conceptual supone un importante salto para el alumnado, lo que influye en su adecuado aprendizaje.

La enseñanza de las ciencias ha de procurar la relación entre la observación de los fenómenos, el problema o interrogante que éstos suscitan, y la interpretación de los mismos desde un modelo teórico. Para ello, debe incidir de forma equilibrada en estos tres puntos, proporcionando ocasiones para "ver y observar la realidad", para "hacer preguntas" y para emplear modelos teóricos (Pujol, 2003). Es en el uso de modelos donde los estudiantes tienen más dificultades, la abstracción de los mismos demanda la utilización de analogías, empleando incluso recursos materiales que permitan concretar y visualizar el modelo.

A continuación, insistiremos en la interpretación de los fenómenos luminosos, para lo cual sugerimos la utilización de una simulación de la luz, materializada con un hilo que el alumno podrá emplear para representar sus ideas e interpretaciones

Este trabajo presenta diez actividades para trabajar el comportamiento de distintos materiales respecto a la luz. Dirigido a alumnos de tercer ciclo de primaria y primer ciclo de ESO, las autoras comentarán cada una de las experiencias.



Las actividades son de carácter básico y están dirigidas a los cursos del **tercer ciclo de primaria y primero de la ESO**, con ellas se pretende que el alumno empiece a emplear un modelo de luz que deberá irse ampliando y haciendo cada vez más abstracto a lo largo de la escolarización. Las actividades se desarrollan a través de una secuencia, que parte de la discusión sobre cómo se produce la visión, proponiéndose, ya en este momento, el uso de un modelo que permita materializar las ideas. A continuación, se experimenta y discute sobre como se comporta la luz al incidir sobre distintos objetos cotidianos. Posteriormente se estudia el espejo como un objeto más que refleja la luz, aunque destacando las diferencias con otros objetos, también opacos. Así se pone de manifiesto que, si bien cualquier objeto opaco refleja la luz, lo que nos permite verlo, el espejo al poseer una superficie pulida, produce una reflexión especular, caracterizada por la formación de una imagen virtual del objeto reflejado. Finalmente, a modo de síntesis, se presenta una experiencia, también cotidiana aunque más compleja, en la que se pretenden conjugar los distintos aspectos tratados en actividades anteriores.

PROPUESTA DE ACTIVIDADES

1. ¿QUÉ SE NECESITA PARA VER?

Estamos tan acostumbrados a ver lo que nos rodea que no nos paramos a pensar en qué se necesita para hacerlo. Por eso, se te plantea la siguiente situación:

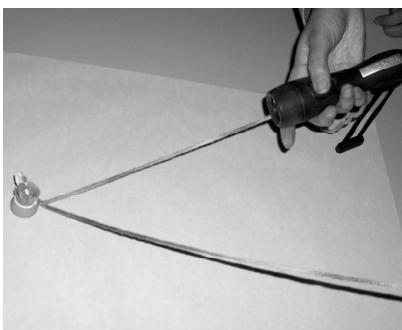
Imagina que hay una avería eléctrica en tu casa y no funciona la luz de tu habitación. Necesitas coger un juego que no sabes exactamente donde ésta. Como tienes una linterna a mano decides usarla.

✓ *¿Cómo empleas la linterna? Escribe con detalle todos los pasos a seguir.*

NOTA: Este tipo de problemas domésticos, suelen solucionarse de forma bastante inconsciente, siendo suficiente el uso de una simple linterna, que el niño, seguramente, emplea con eficacia. Sin embargo, esto no significa que tenga interiorizado cuál es el fundamento de su actuación, es decir, que interprete adecuadamente por qué sus acciones facilitan la visión de los objetos. En este sentido cabe destacar que el alumnado de primaria y secundaria suele realizar interpretaciones sobre la visión que resultan próximas a las empleadas por los antiguos griegos. De esta forma, aunque sepa que para ver un objeto es necesario iluminarlo, es decir, enfocar la luz hacia él, posiblemente piense que la visión no se produce por la estimulación del ojo a partir de la luz que refleja el objeto. Por el contrario, puede pensar que la luz es un "ente envolvente" que ilumina tanto al objeto como al ojo y así vemos, que del ojo sale un rayo que ilumina al objeto (Driver et al, 1989).

2. CONSTRUYAMOS UN MODELO PARA EXPLICAR COMO ES EL MOVIMIENTO DE LA LUZ EN LA ACTIVIDAD ANTERIOR

Como sabéis en ciencias se suelen emplear modelos que nos ayudan a explicar fenómenos. Así, por ejemplo, los átomos los representamos con bolitas o la Tierra la representamos con una



esfera. Ahora vamos a representar un rayo de luz con un hilo de lana.

✓ *Pensad cómo utilizasteis la linterna en la actividad anterior y tratad de describir con el hilo de lana la trayectoria de un rayo de luz que sale de la linterna. Es necesario que relacionéis la linterna, el objeto y vuestros ojos.*

NOTA: En esta actividad se pretende que el alumno empiece a utilizar un modelo. En otros temas de ciencias los modelos son ampliamente empleados, sin embargo en el tema de la luz, suele utilizarse únicamente la representación formal y simbólica mediante flechas. Esto puede resultar poco eficaz en un tema abstracto como la luz, por ello sugerimos su materialización con unos simples hilos. El profesor debe cerciorarse de que el alumno no solo es capaz de verbalizar la trayectoria que sigue la luz, sino que además es capaz de materializarla de forma adecuada. El uso de este modelo puede ser útil para aclarar el concepto de reflexión, que es clave en la comprensión de diversos fenómenos, entre ellos la propia visión. Sin embargo, no es en absoluto fácil, pues el alumnado suele identificar la reflexión exclusivamente con los espejos, asociándola al deslumbramiento que producen, no siendo capaz de generalizarla a todo objeto iluminado. De esta forma, los niños más pequeños pueden llegar a considerar que, por ejemplo, la Luna es un cuerpo con características similares a un espejo.

3. ¿QUÉ TIPO DE MATERIALES SE EMPLEAN PARA QUE LA LUZ ENTRE CON MENOR INTENSIDAD O NO ENTRE A TRAVÉS DE LAS VENTANAS DE NUESTRAS CASAS?

Encima de la mesa tenéis algunos materiales que se emplean habitualmente en las ventanas

con distinta finalidad (vidrio de distintos tipos, un trozo de persiana, visillos y tela de tapicería).

- ✓ *¿Con qué fin se usa exactamente cada uno de ellos?*
- ✓ *¿Cuál es la razón de que se usen precisamente esos materiales?*

NOTA: Utilizamos una situación cotidiana (los materiales de las ventanas de nuestras casas) que servirá de punto de partida para que el estudiante relacione esos materiales con su uso. Entendemos que la sugerencia de experimentar con la linterna y los distintos materiales, puede resultar de ayuda para que los alumnos aporten justificaciones adecuadas. Es importante que los materiales se clasifiquen en función de que dejen o no dejen pasar la luz a su través, diferenciando, a su vez, los primeros en función de que permitan ver con nitidez o solo de forma confusa los objetos situados tras ellos. El profesor puede aportar los términos de transparentes, traslúcidos y opacos, haciendo así la clasificación clásica de materiales respecto a la luz que se emplea en los primeros niveles de enseñanza. Además, puede valorar la posibilidad de emplear el modelo (hilo de lana) para simular los diferentes comportamientos de la luz. En cualquier caso, debería hacerlo con cautela, de modo que se diferencie lo que ocurre en los objetos transparentes y traslúcidos. Si bien ambos dejan pasar la luz, en los primeros ésta prácticamente no se desvía al atravesarlos, mientras que en los segundos se produce una desviación más o menos desordenada, siendo ésta la causa, en definitiva, de que exista o no nitidez.

4. MATERIALES, APARENTEMENTE OPACOS, QUE NO LO SON TANTO

Cuando pensamos en el mármol o en el oro, los vemos como materiales nobles y caros, utiliza-

dos para hacer joyas, obras de arte y, en el caso del mármol, también para la construcción.

- ✓ *Estos materiales que generalmente vemos como opacos ¿pueden ser traslúcidos? Buscad información al respecto.*
- ✓ *¿Sabías que podemos transformar un folio de papel, de opaco en traslúcido? Solamente necesitas el folio y un poco de aceite, de mantequilla u otra sustancia grasa cualquiera. Echa un poco de estas grasas en el folio y extiéndela. Ahora levanta el papel y míralo al trasluz, es decir, dirígelo hacia la ventana o hacia un foco de luz, ¿aprecias la diferencia?*

NOTA: Completando la actividad anterior se pretende poner de manifiesto que los materiales "guardan" ciertas sorpresas, y aquellos que, habitualmente catalogamos como opacos, pueden llegar a ser traslúcidos. Esto le ocurre, por ejemplo, al mármol que, cortado en láminas finas, deja pasar la luz y puede emplearse incluso para hacer lámparas o para ponerlo en las ventanas como si fuera vidrio. El mármol se utiliza para los fines citados. También el oro, material dúctil y maleable por excelencia, puede laminarse de forma tan fina que resulta traslúcido. Por otra parte, el papel, tratado con grasas, cambia visiblemente su comportamiento respecto a la luz.

Entendemos que todos ellos son ejemplos que inicialmente pueden sorprender y hacer reflexionar al alumnado. De esta forma, se relativiza la clasificación estereotipada de los materiales respecto a la luz, que presentan algunos textos escolares.

5. LOS ESPEJOS UNOS OBJETOS CURIOSOS

Tienes a tu disposición un espejo, siguiendo la clasificación que venimos utilizando:

- ✓ *Te parece un objeto opaco, traslú-*



cido o transparente? Justifica la respuesta.

- ✓ *¿Qué tiene de particular un espejo? ¿En los espejos vemos los objetos tal y como son? Para comprobar vuestras ideas podéis escribir en un folio una palabra o algunas letras, ¿qué habéis concluido?*

NOTA: Los espejos son objetos ampliamente conocidos y utilizados, sin embargo esta cotidianidad no siempre garantiza un conocimiento mínimo deseable. Por ello, antes de abordar otros aspectos básicos, consideramos conveniente clasificarlos en el mismo sentido que lo venimos haciendo en las actividades anteriores. Entendemos que puede resultar interesante discutir que el espejo, material básicamente de vidrio en el que nos podemos mirar, es un objeto indiscutiblemente opaco.

Un aspecto que habitualmente se trabaja con los espejos planos es la característica de la imagen. Conviene destacar que es "especular", pero "fidedigna", es decir no modifica sustancialmente los objetos reflejados (color, forma...), aspecto que por otra parte es ampliamente conocido.

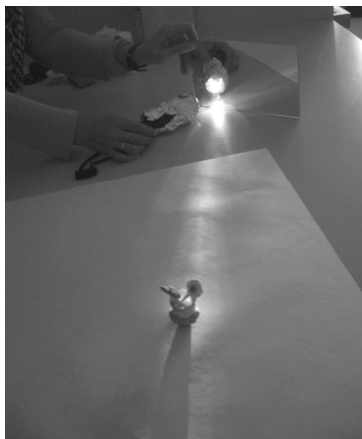
El profesor puede profundizar también en cual es la causa de que se forme la imagen de un objeto. Para ellos es recomendable que insista en varios aspectos: a) la luz que incide en dicho objeto se refleja, ésta llega al espejo y se refleja nuevamente, hasta incidir en nuestros ojos; b) los espejos se caracterizan porque reflejan prácticamente toda la luz que incide en ellos y

c) la reflexión es especular, consistente en que los rayos reflejados por el espejo tienen la misma inclinación que los que inciden en él.

6. ¿SE PUEDE ILUMINAR UN OBJETO SIN QUE LE DÉ DIRECTAMENTE LA LUZ?

Para contestar a esta pregunta tenéis encima de la mesa un objeto que debéis iluminar, una linterna y un espejo. Antes de hacer ninguna prueba debéis tapar la linterna con un papel de aluminio al que se le hace un pequeño agujero. De esta forma al encender la linterna sale la luz de forma muy dirigida. Después debéis enfocar la linterna hacia el objeto para comprobar que se ilumina sin problema. Es conveniente que mantengáis la habitación un poco oscurecida, así veréis mejor el efecto

Tratad ahora de resolver la cuestión que se plantea.



- ✓ ¿Cómo habéis hecho para iluminar el objeto? ¿Cuál es la posición de los tres objetos?
- ✓ ¿Qué pasa si movéis el objeto que deseáis iluminar indirectamente? ¿qué debéis hacer para volver a iluminarlo? ¿Qué posición guardan nuevamente los tres objetos? ¿se parece en algo a la del principio?

NOTA: En esta actividad se intenta profundizar en la reflexión de la luz que producen los espejos. Se parte de un problema téc-

nico -cómo iluminar un objeto sin que incida directamente la luz sobre él- que permite poner a prueba las ideas de los alumnos. No se trata de que la resolución se "quede" en el mero ensayo-error, sino de que el alumno deduzca cuál es la posición relativa que deben adoptar los objetos.

Además se insta nuevamente a emplear el modelo. En esta ocasión el profesor, al igual que en la actividad anterior, decidirá el grado de profundización al que quiere llegar con esta experiencia: limitarse a analizar la posición de los objetos o estudiar que en el espejo el ángulo de incidencia y de reflexión es el mismo. Para ello sería necesario representar la normal (perpendicular al espejo), con una regla, un lápiz... es decir, con otro objeto diferente al hilo que simula el rayo de luz.

7. CURIOSIDADES Y USOS DE LOS ESPEJOS

Busca información sobre las cuestiones que se plantean a continuación.

- ✓ ¿Desde cuándo se usan los espejos?
- ✓ ¿En qué consiste la fabricación de espejos?
- ✓ ¿Qué usos se le puede dar a los espejos?

NOTA: Esta actividad está dirigida básicamente a la búsqueda y a la organización de la información, centrada en ciertos aspectos de interés. Es especialmente relevante destacar en qué consiste la fabricación de espejos, es decir, destacar como un vidrio, una vez tratado en una de sus caras, se transforma en un objeto opaco que refleja perfectamente la luz. También, resultan interesantes los usos habituales de los espejos, así como su utilización en la construcción de aparatos más complejos, como el periscopio o el microscopio óptico. Incluso puede citarse la utilización especialmente llamati-

va que se hace de los espejos en un pueblo austriaco situado en los Alpes (Rattenberg), donde se instaló un sistema de espejos gigantes en la montaña. Éstos se mueven en función del cambio de la posición del Sol a lo largo del día, aumentando así la iluminación.

8. "CUIDADO QUE TE QUEMAS". UNA ILUSIÓN ÓPTICA PARA SORPRENDER A AMIGOS

Realizamos el siguiente montaje: un cristal colocado verticalmente, apoyado en dos pedazos de plastilina, dos velas del mismo tamaño y una regla. Sitúa las velas a ambos lados del cristal, de forma que estén a la misma distancia del mismo. Pídele a tu amigo que encienda una de ellas, mientras tanto tú debes poner el dedo justo encima de la vela apagada. Dile a tu amigo que te indique lo que ve desde su posición.



- ✓ Te atreverías a explicarle a tu amigo la causa de la ilusión óptica que está viendo?
- ✓ Si tu amigo cambia de posición la vela encendida ¿seguiría viendo lo mismo?
- ✓ ¿Qué harías para mantener la ilusión óptica?

NOTA: Esta experiencia trata de mostrar una ilusión óptica, el observador que está situado del lado de la vela encendida ve que su compañero tiene colocados los dedos encima de la llama, pero no se quema.

La explicación es simple; aunque el cristal es un material transparente y, por tanto deja pasar la luz de la llama a través de él, una pequeña parte de esa luz es reflejada en la superficie del cristal, siendo esta reflexión similar a la producida en un espejo. En este caso se puede percibir una imagen virtual que se sitúa del otro lado del cristal, es decir "detrás del espejo".

Además, en la actividad se invita al estudiante a que cambie de posición las velas. De esta forma puede apreciar que para que se produzca la ilusión óptica, es necesario que la llama real y su imagen coincidan, y para ello las dos velas han de estar a la misma distancia del cristal. En cualquier caso se aprecia que al alejar la vela encendida del cristal, vamos viendo que la imagen también se va alejando.

9. ESTUDIANDO REFLEJOS EN LOS ESCAPARATES DE LAS TIENDAS

Los escaparates de las tiendas tienen como función presentar objetos y productos, sin embargo, no siempre se ven con la claridad que deseamos.

Discutid vuestras experiencias sobre los siguientes aspectos:

- ✓ ¿Cuándo, o en qué condiciones, se ven mejor los productos expuestos en los escaparates?
- ✓ ¿Cuándo, o en qué condiciones, se ven peor? ¿Qué es lo que nos impide verlos adecuadamente?
- ✓ ¿Qué solemos hacer para mejorar la visión de los detalles de los objetos expuestos?

NOTA: En este momento tratamos de aplicar el conocimiento adquirido hasta ahora a una situación que resulta interesante desde el punto de vista del estudio de la reflexión. Nos referimos concretamente al análisis de cómo los reflejos dificultan la observación de los objetos que están situados tras un

cristal. En este momento simplemente se trata de que el alumnado se ponga en situación y explique sus vivencias. Es importante que el profesor trate de dinamizar la discusión y busque junto a sus alumnos regularidades. Es necesario destacar que:

- a) los objetos expuestos siempre se ven mejor cuando hay una buena iluminación interior;
- b) se ven peor cuando el escaparate está más oscuro comparativamente que el exterior, por ejemplo cuando el sol está "dando de pleno" en el cristal;
- c) lo que impide la adecuada visión de los objetos expuestos en el escaparate es el reflejo de nuestro cuerpo o de otros objetos de la calle (coche aparcados, gente que pasa...)
- d) mejoramos la visión de lo expuesto acercándonos al cristal del escaparate, pues así evitamos, al menos, el reflejo de nuestro cuerpo.

10. PROFUNDIZANDO EN EL ESTUDIO DE LOS REFLEJOS

Vamos a construir un escaparate, para ello utilizaremos el mismo montaje que hicimos en la actividad nº 8 (un cristal colocado sobre unos pedazos de plastilina). Poned el objeto que deseáis mostrar al público a un lado del cristal, este lado será el interior del escaparate. Con una linterna se puede simular tanto los focos interiores del escaparate como el sol exterior, simplemente debéis encender la linterna y colocarla de un lado u otro del cristal. A continuación realizad las siguientes simulaciones:

- ✓ *Que la tienda tenga los focos del escaparate encendidos. Indica cómo vería el viandante el objeto expuesto.*
- ✓ *Que la tienda tenga la luz del escaparate apagada y que el sol ilumine el cristal desde la calle.*

NOTA: Aquí se pretende que el alumnado tenga la posibilidad de reproducir la situación cotidiana analizada en la actividad anterior con el fin de profundizar en ella. Así podrá modificar la intensidad de la luz de un lado y del otro del "escaparate", poniendo a prueba sus ideas. El profesor decidirá si con la simple experiencia es suficiente, llegando únicamente a reforzar los aspectos tratados anteriormente, o por el contrario considera oportuno el empleo del modelo que se viene empleando. Si opta por esto segundo se recomienda comparar las dos situaciones, siempre desde la perspectiva del "viandante". En la situación en que la iluminación del interior del "escaparate" es más potente, el modelo debe representar la luz (hilo) saliendo de la linterna que choca en el objeto (se refleja), atraviesa el cristal (transparente) y llega a los ojos del viandante. En la situación en que la iluminación del exterior es más potente, el modelo debe representar la luz (hilo) que choca con el viandante (se refleja), se dirige al cristal y choca en él (se refleja) hasta que llega nuevamente al viandante.■

PARA SABER MÁS:

- DRIVER, R. GUESNE, E., TIBERGHEN, A., *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, MEC/Morata, Madrid, 1989
- OSUNA, L., MARTÍNEZ, J. CARRASCOSA, J, VERDÚ, R., Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2): 277-294, 2007.
- PUJOL, R., *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*, Síntesis, Madrid, 2003.