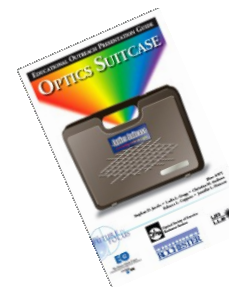


Guía de presentación de alcance educativo para

La maleta óptica

Preparado por el Centro de Rochester de la Optical Society of America, Inc.
18 de febrero de 2011



Introducción

La *Maleta óptica* contiene insumos reutilizables y paquetes temáticos de regalo para las presentaciones dentro de la clase que exploran los colores utilizando luz blanca. El objetivo es ayudar a promover las carreras tecnológicas entre los niños en las escuelas. Una presentación típica lleva aproximadamente 45 minutos, suponiendo que el presentador ha practicado con los materiales.

Dos demostraciones para romper el hielo

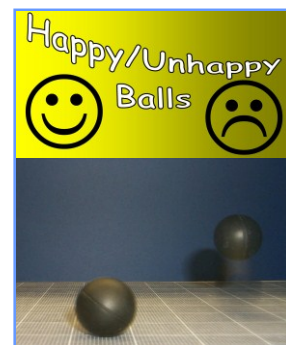
□ La almohadilla térmica

Elija un alumno de la clase y pídale que pase al frente y sea su asistente. Tome la almohadilla, dásela al alumno y pídale que la manipule suavemente, levantándola para que todos puedan observarla. Haga que el niño confirme que la almohadilla contiene un líquido fangoso que está a temperatura ambiente. Sosteniendo la almohadilla elevada para que todos puedan verla, ayude al niño a presionar el disco metálico que se encuentra en su interior hasta que haga un clic. *[Esto libera un fluido a través de diminutas perforaciones en el metal, que provoca que comience la cristalización dentro del líquido; es posible que tenga que intentarlo varias veces]*. La cristalización y el calor se dispersan por toda la almohadilla en cuestión de segundos. Ahora invite al niño a describir la almohadilla; ¡se ha vuelto sólida y caliente! Éste es un ejemplo de una reacción exotérmica en una solución sobresaturada. Este producto comercial es una almohadilla térmica instantánea para terapia y tratamiento de ciertos dolores. La capacitación en química y tecnologías similares le dieron a su inventor las herramientas para crear este producto. Puede reutilizarse calentando la almohadilla durante varios minutos en agua hirviendo para disolver los cristales. Guarde la almohadilla en la *Maleta*.



□ Las esferas felices/tristes

Seleccione otros dos alumnos. Entregue a cada uno de ellos una esfera de goma y pregúteles si ambas esferas se ven y se sienten del mismo modo. *[La respuesta es "sí"]*. Pida a cada alumno que haga rebotar la esfera donde los demás puedan ver la zona de contacto entre la esfera y la superficie dura (escritorio, pared o piso). Una esfera rebotará y la otra no lo hará. Éste es un ejemplo de la ciencia de los materiales y polímeros. La “esfera feliz” está totalmente vulcanizada; su composición fue diseñada para resistir deformaciones por contacto con una superficie dura. Girará por una pendiente a mayor velocidad que la “esfera triste”, ya que su coeficiente de fricción es menor. La “esfera triste” se deforma para absorber el golpe producido por el contacto con una superficie dura. No rebota. ¿Cuál sería una buena goma para el paragolpes de un automóvil? ¿Cuál sería mejor para usar en un juego de balonmano o en las suelas de unas zapatillas deportivas? Guarde los materiales de demostración.

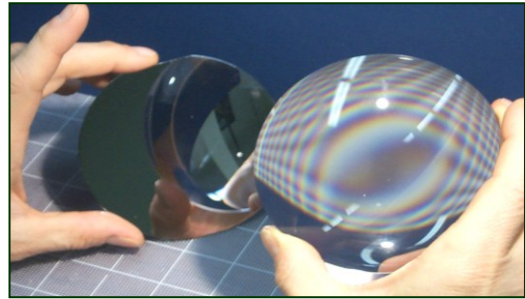


Ingeniería óptica – Silicio y sílice

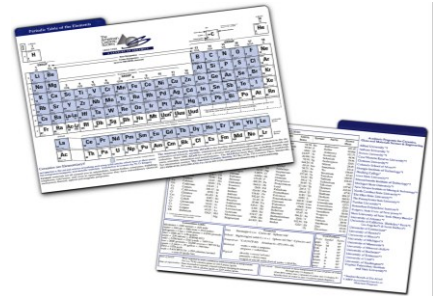
Los patrocinadores de la *Maleta óptica* desean promover las carreras de óptica e ingeniería óptica a través de la distribución de estos materiales de enseñanza. Para presentar esta iniciativa hay dos

elementos ópticos en la *Maleta*: una oblea de silicio (delgada y delicada, manipular con cuidado) y una lente de sílice.

Levante la oblea de silicio, con el lado brillante hacia afuera, y la gran lente de sílice para que la clase pueda verlas. Pídale a los alumnos que identifiquen estas “ópticas”. [Por lo general, identifican la lente fácilmente, mientras que es posible que describan la oblea como un “espejo”]. Identifique la oblea como silicio monocristalino, una sustancia elemental pura y la base de todas las computadoras (los chips y microcircuitos). Muéstreles el lado reverso de la oblea que no tiene brillo y explique que este lado está pulverizado mientras que el otro está pulido para obtener una superficie espejada. Los ingenieros ópticos desarrollan las tecnologías para convertir las obleas de silicio en bruto en circuitos integrados para producir chips de computadoras. Quizá desee elaborar este tema.



Entregue copias de la tabla periódica de los elementos (útil para 8.º y 9.º grado y niveles superiores). Mencione que la tabla periódica es un medio visual que muestra todos los elementos conocidos por el hombre: cada parte de la materia del universo está compuesta por uno o más de estos elementos. Los ingenieros cerámicos, los químicos, los científicos de materiales, los geólogos y los ingenieros ópticos trabajan con muchos de estos elementos y los compuestos que forman. Explique que la única diferencia entre la oblea de silicio y la lente de sílice es el oxígeno. Ayude a los alumnos a localizar el silicio (n.º 14) y el oxígeno (n.º 8) en la tabla periódica. Señale que el agregado de oxígeno convierte un material visiblemente *opaco* en uno visiblemente *transparente*. Sugiera que si fuéramos alienígenas y tuviéramos visión infrarroja, ¡la lente de sílice se vería opaca y la oblea de silicio se vería transparente! Mencione que los ingenieros ópticos incorporan lentes en sistemas que representan la luz en imágenes, como el telescopio espacial Hubble, el telescopio de rayos X Chandra, las cámaras digitales y los teléfonos celulares o “inteligentes”.



Señale que el agregado de oxígeno convierte un material visiblemente *opaco* en uno visiblemente *transparente*. Sugiera que si fuéramos alienígenas y tuviéramos visión infrarroja, ¡la lente de sílice se vería opaca y la oblea de silicio se vería transparente! Mencione que los ingenieros ópticos incorporan lentes en sistemas que representan la luz en imágenes, como el telescopio espacial Hubble, el telescopio de rayos X Chandra, las cámaras digitales y los teléfonos celulares o “inteligentes”.

Experimentos con paquetes temáticos para llevar al hogar: **Colores en la luz blanca**

Anuncie a los alumnos que ya están preparados para tres experimentos que revelan los colores en la luz blanca. Advértales que tienen que prestar mucha atención, porque hay ciertos “secretos” que usted develará **para que ellos puedan llevar estos experimentos a sus hogares** y realizarlos con sus padres y hermanos.

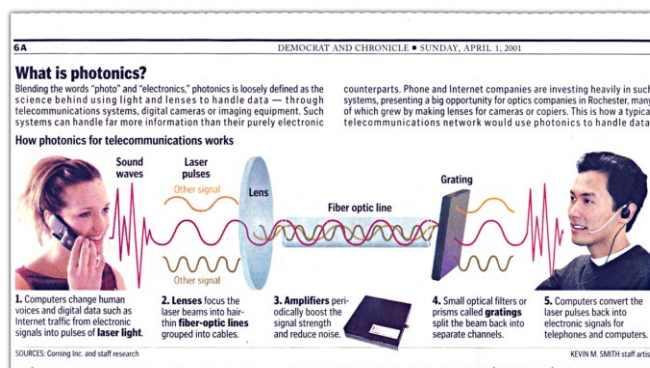
Experimento n.º 1: La mirilla del arco iris y la difracción

Distribuya los paquetes temáticos que contienen la mirilla del arco iris, pidiéndoles a los alumnos que **no los abran todavía**. Cuando todos tengan su propio paquete, extraiga la linterna y la mirilla de su paquete, póngalas en alto e identifíquelas. Solicite a los alumnos que las extraigan de sus paquetes y resuelvan qué hacer indicándoles la imagen de la joven que está al dorso del paquete. Mientras expresan su asombro, pregúntele al grupo: “¿De dónde proviene el color?” [Varios niños responderán que los colores provienen de la mirilla. Dígales que los colores provienen de la luz blanca de la linterna]. Puede pedirles que respondan varias preguntas. ¿Ven un patrón regular? Descríbanlo. Identifiquen todos los colores. ¿Son iguales en todos los puntos? ¿El patrón cambia si la linterna está cerca o lejos de la mirilla? ¿Cómo? ¿El patrón cambia si giran la mirilla? ¿Ven los colores de



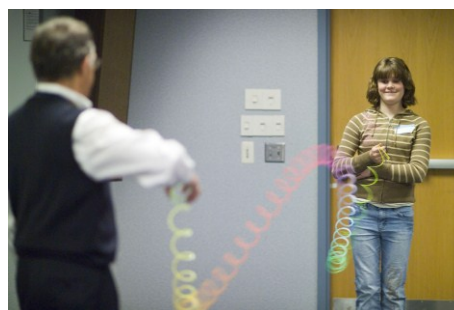
las linternas de los demás, incluso de aquellos que están lejos de ustedes? ¿Ven colores provenientes de las luces del aula?

Levante el paquete y muestre la imagen del frente. Descríbala como una ampliación muy grande de la fotografía de la superficie de uno de los lados del plástico transparente de la mirilla. La fotografía está tomada con un instrumento denominado microscopio de fuerza atómica. [Los ingenieros ópticos y los físicos inventan instrumentos de este tipo]. Comente que la escala está en micrones, que una hebra de cabello humano tiene de 30 a 80 micrones de ancho y que el plástico tiene una hilera regular de pequeñas protuberancias transversales que miden sólo dos micrones de alto, demasiado pequeñas para verlas o sentirlas. Las protuberancias están agrupadas tan próximas entre sí que en una hebra de cabello humano podrían caber alrededor de cincuenta de ellas. Mencione que estas protuberancias son responsables de romper la luz blanca que ingresa por la mirilla, dependiendo de su color. Este fenómeno se denomina “**difracción**”. Señale la similitud entre la hilera regular de protuberancias y el patrón visto a través de la mirilla. Termine el experimento agregando que las telecomunicaciones e Internet utilizan fibras ópticas y láseres y mirillas denominadas “**redes de difracción**”, aprovechando la ventaja de dividir la luz de un punto luminoso en varios puntos luminosos, cada uno con un color diferente. Ésta es la clave para la cantidad ilimitada de conversaciones que se mantienen simultáneamente en todo el mundo. Las personas que trabajan en este campo están especializadas en “**fotónica**”. Solicite a todos que apaguen sus linternas y vuelvan a colocar las mirillas en sus paquetes. Recuérdeles que paquetes son de ellos y pueden conservarlos. Sugiera que pueden develar a sus familiares el secreto de ver colores en la luz blanca por difracción. ¡Nunca deben mirar directamente al sol a través de la mirilla!



Experimento n.º 2: Las bandas mágicas y la polarización

Extraiga el **resorte de colores** de la *Maleta* y elija un voluntario para pasar al frente. Entregue al alumno un extremo del resorte de colores y pídale que lo sujete firmemente a la altura media del pecho. Ubíquese a 4 pies de distancia aproximadamente y comience a vibrar su extremo del resorte hacia arriba y hacia abajo y formando un círculo. Debe poder crear una onda permanente con algunos nodos, pero el plano de vibración no debe estar bien definido. Mencione que, además de color, la luz tiene naturaleza de onda. El resorte de colores representa una onda de luz. Este movimiento aleatorio representa luz no polarizada, es decir, luz sin una dirección de vibración preferida. [Para que sea más sencillo, omitiremos la luz polarizada circularmente]. Detenga el movimiento circular y haga vibrar el resorte solamente de manera vertical. Indique que esa luz está “**polarizada**” cuando vibra en una dirección, vertical o (cambie el movimiento de la mano) horizontal (*este movimiento es un poco más difícil de mantener mientras habla; quizá le resulte conveniente volver al movimiento vertical*). Defina la **luz polarizada linealmente** como la luz cuya dirección de vibración está en un plano. Guarde el resorte de colores.



Reparta los **paquetes temáticos que contienen las bandas mágicas**, pidiéndoles a los alumnos que **no los abran todavía**. Cuando todos tengan su propio paquete, solicite a los alumnos que extraigan todos los materiales del paquete y coloquen los 5 elementos en su área de trabajo. Pídales que verifiquen que tengan dos piezas oscuras de plástico, una pieza transparente de plástico con una escritura en su superficie, un tenedor partido y un frasco pequeño de plástico. Tome las **dos piezas grandes de polarizador de lámina lineal** de la *Maleta* y póngalas en alto, una en cada mano. Júntelas a un pie de distancia aproximadamente de su rostro con los ejes de transmisión paralelos. Debe poder ver a los alumnos, y ellos deben poder verlo a usted. Dígalos que dispongan sus piezas oscuras de plástico de la misma manera como formando un sándwich. Indíqueles que estas láminas de plástico se denominan **“polarizadores”**.



Muéstreles lo que sucede cuando gira un polarizador en relación con el otro. Ellos deben hacer lo mismo. Mientras expresan su asombro, comente que cada polarizador tiene un código secreto en su superficie con la forma de una línea pequeña. Juntar los plásticos con líneas paralelas permite ver a través de ellos. Al juntarlos con líneas perpendiculares, o “cruzadas”, se bloquea la luz. Un plástico dispuesto en dirección a las luces del aula causa que la **luz blanca no polarizada** pase a estar polarizada linealmente. Una vez que la luz está polarizada linealmente, vibra en un plano (vertical, por ejemplo), y es transmitida o absorbida por el segundo polarizador de plástico. Los anteojos de sol polarizados están fabricados con este plástico.



Si tiene acceso a un retroproyector y puede dejar el aula a oscuras, puede colocar los polarizadores grandes en el retroproyector y demostrar cómo polarizan, transmiten y extinguen la luz blanca del proyector. Separe los polarizadores cruzados en cuatro esquinas con los **vasos de plástico** para formar **polariscopio**. Coloque los **cubiertos de plástico** de la *Maleta* en el polariscopio, apártese y disfrute la reacción de los alumnos. Pregunte de dónde proviene el color. [*Es posible que reciba algunas respuestas correctas*]. Explique que las tensiones dentro de los materiales transparentes degradan la calidad de la luz polarizada linealmente que proviene del polariscopio, lo que causa que se proyecten diversos colores. Los geólogos identifican las estructuras de ciertos cristales y minerales utilizando un polariscopio. Los ingenieros civiles estudian las tensiones dentro de modelos de puentes hechos con plástico transparente para comprender cómo construirlos mejor. Los técnicos en fotónica evalúan la calidad de los anteojos láser o cristales láser con polariscopios.



Encienda las luces del aula. Utilizando los elementos de su paquete, muestre a los alumnos cómo armar un polariscopio en una mano. Pídales que encuentren las bandas de colores en la lámina de plástico transparente de su paquete. [*Mientras miran las luces del techo a través del sándwich polarizador cruzado, deben insertar el plástico transparente entre los polarizadores*]. Indique a los alumnos que evalúen las tensiones internas en el frasco pequeño de plástico y el tenedor. Al estrechar los dientes del tenedor,

los alumnos podrán inducir y visualizar más tensiones. Solicite a los alumnos que guarden todos los elementos en los paquetes. Sugiera que, cuando regresen a su hogar, pueden demostrar el truco de las

bandas mágicas a su familia, ya que ahora conocen el código polarizador secreto y cómo construir un polariscopio.

Experimento n.º 3: El parche mágico y la reflexión selectiva

Luego de asegurarse de que todos lo están mirando, tome la **lámina grande de cristal líquido microencapsulado** y colóquelo contra su rostro, con la parte brillante hacia afuera. [*Si usa anteojos, primero quíteselos*]. Espere a que cesen las expresiones de asombro y emoción, y luego pregunte... “¿De dónde provienen los colores?” [*Si algunos alumnos dicen que el calor de su rostro, responda que no*]. Explique que los colores provienen de las luces blancas del aula que se reflejan contra el “papel” negro. Distribuya los **paquetes temáticos que contienen el parche mágico** y explique que el cuadrado de plástico negro cerrado tiene un **fluido de cristal líquido** atrapado, o encapsulado, en diminutas burbujas sobre el lado brillante. A la temperatura correcta (84-91 °F o 29-33 °C para este **cuadrado pequeño**), estas gotitas de cristal líquido **reflejan colores selectivos** de luz blanca. Cuando el cuadrado de plástico está frío, no hay reflexión y el cuadrado aparece de color negro. Cuando los cristales líquidos absorben temperatura, comienzan a reflejar luz roja. Finalmente, si se calientan lo suficiente, reflejarán una luz azul profundo. Este fenómeno se denomina **reflexión selectiva**. Los “anillos de estado de ánimo” utilizan la reflexión selectiva en cristales líquidos para cambiar de color tomando el calor de los dedos. Colocando el lado brillante hacia afuera, indique a los alumnos que coloquen el parche mágico sobre la parte interna de sus muñecas para someterse a la prueba de los vampiros. [*Los vampiros son muertos vivientes y no tienen calor en el cuerpo*]. Pregunte si alguien puede “ver” una vena. [*La vena estaría caracterizada por una línea azul*]. El efecto puede invertirse. Los alumnos pueden colocar sus parches en un cubo de hielo o debajo de una taza de chocolate caliente para ver el efecto de la reflexión selectiva. Advértales que la lámina no debe plegarse ni marcarse con un objeto con punta, tal como un lápiz.



Reconocimientos

Se ha dedicado mucho esfuerzo en el desarrollo de la **Maleta óptica**. Desde 1999, se han enviado más de 330 *Maletas ópticas* a instituciones, escuelas, compañías e individuos dentro de los Estados Unidos y de todo el mundo. La *Maleta óptica* se entrega sin costo alguno luego de presentar una solicitud [<http://www.osa.org/forms/opticssuitcase.aspx>]. Los fondos para este programa provienen de varias fuentes. Extendemos nuestro reconocimiento a la Fundación OSA, a James L. Ferguson, a la SPIE, al Centro Rochester de OSA y al Laboratory for Laser Energetics (LLE) de la Universidad de Rochester por sus valiosos aportes. También han brindado su apoyo la Sociedad Americana de Física y el Centro de Electroóptica de la Universidad Estatal de Pensilvania.

Stephen D. Jacobs

Stephen D. Jacobs
Científico Sénior, LLE
Prof. de Ingeniería Química y Óptica
Universidad de Rochester

Theresa Pfuntner

Theresa M. Pfuntner
Coordinadora de comunicación
Copyright © 2011

