



visible. El color del cielo en un día despejado es entonces violeta –pero nuestros ojos no son muy sensibles al color violeta–, mucho azul, y cantidades decrecientes de verde, amarillo y rojo. La suma aparece como “azul cielo”. Si se observa el cielo con un espectrómetro óptico, se ve que el cielo azul muestra una banda ancha de colores, que se extiende desde el azul muy definido y se va difuminando hacia el rojo.

Nubes blancas

En un día soleado normal con cielo azul, el 80% de la luz llega directamente desde el Sol, y sólo 20% del cielo azul. Por lo tanto la luz de Sol es la que se refleja desde las nubes. Las gotitas de agua en las nubes deben ser varias veces mayores a la longitud de onda de la luz visible. Existen muchas gotitas y por lo tanto muchas superficies para reflejar la luz. Las nubes dispersan casi toda la luz y se ven blancas a pesar de que son prácticamente transparentes.

Espuma de cerveza y pilas de sal

Si existen muchas interfases aire-partícula, la penetración de la luz prácticamente no ocurre y casi no se puede ver color. La espuma de un líquido como la cerveza es blanca a pesar de que el líquido por sí mismo tenga un color amarillo o café. Eso es debido a que, en este caso, las paredes de las burbujas en la espuma son tan delgadas que sólo se absorbe una pequeña cantidad de luz por parte del líquido, mientras que la



reflexión y la dispersión ocurren tantas veces como interfases haya.

Un argumento similar puede usarse para sustancias químicas cuyos cristales (cuando crecen) son transparentes y, sin embargo, si se tienen en montoncitos se ven de color blanco. Un ejemplo típico es el azúcar o la sal de mesa. A pesar de que las paredes en los sólidos no son delgadas, hay tantas partículas juntas y cercanas que la luz no puede penetrar el montón sin ser dispersada y reflejada numerosas veces. La suma de todas las dispersiones de luz resulta en una percepción de color blanco, a pesar de que cada cristalito es transparente.

IV. Bibliografía y sitios recomendados

Nassau, Kart, *The Physics and Chemistry of Color*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1983.

En Internet:

www.Wonderquest.com, Schemochromes
<http://research.amnh.org/users/nyneve/blue-feathers.html>
<http://www.uccs.edu/~christe/courses/PES105/105lectures>

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



Naturaleza vestida de azul

De: Lydia Rivaud y Julia Tagüeña

Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso “broche de oro” para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

I. Relación con los temarios de la UNAM

Esta guía y el artículo de referencia pueden utilizarse en las materias de física, química y biología, donde se desarrollan temas de mucho interés tanto en el ámbito de las ciencias

básicas, como en aplicaciones tecnológicas de vanguardia de los tres campos por separado y de forma integrada. Las dos actividades que se presentan ayudan a entender algunos de los aspectos más complejos del tema, por lo que pueden resultar muy útiles en los laboratorios o salones de clase.

II. ¿Por qué el cielo es azul, los amaneceres y atardeceres son rojos y las nubes blancas?

En el artículo de referencia se puede deducir que estas preguntas, que muchos nos hemos hecho alguna vez, no son tan fáciles de responder. Al menos no resulta muy común manejar fluidamente conceptos de física y óptica al nivel que la explicación correcta necesita. Con un par de experimentos sencili-

llos, sin embargo, los alumnos de bachillerato pueden empezar a comprender mejor por qué el cielo es de un azul intenso durante el día (particularmente al mediodía) y la razón por la que nuestros días comienzan y terminan en color rojo. Además podrán correlacionar sus conocimientos sobre las mezclas (química) y sus propiedades con lo que saben sobre el comportamiento de la luz al incidir sobre distintos materiales (física).

Procedimiento

Consigue estos artículos en la casa o en la escuela:

- Un recipiente cilíndrico completamente transparente de vidrio, del tamaño de un vaso común (el acrílico también sirve, pero el vidrio es mejor). También puede usarse una jarra, siempre y cuando sea cilíndrica, sin curvatura, ya que el efecto puede perderse.
- Una linterna.
- Un poco de leche o crema.
- Un dulce o caramelo duro.
- Un martillo.

1. Llena el recipiente con agua y agrega unas gotas de leche. Mezcla la leche por completo con una cuchara o agitador. Si utilizas leche descremada, usa más gotas. Asegúrate de que haya suficiente leche para que sea difícil ver a través de la mezcla.
2. Enciende la linterna o cualquier otra fuente de luz y enfócala a un lado del vaso o la jarra. Dirige la mirada hacia la mezcla, a un ángulo de 90° a partir del rayo de la linterna. ¿Se ve la mezcla de un color distinto? (figura 1).
3. Para tener un parámetro de referencia, dirige la linterna lejos del recipiente por un momento e ilumina la jarra nuevamen-

te, sin dejar de mirarla ni un momento. ¿Observaste el cambio de color en el líquido de la jarra?

4. Ahora trata de ver a través del recipiente directamente, en la misma dirección del rayo de incidencia. ¿Hay alguna diferencia de color en comparación con la observación anterior? Si tienes dificultad en observar los cambios de color, inténtalo poniendo unas gotas más de leche en el agua.

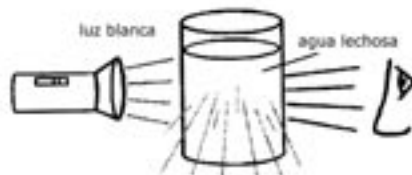


Figura 1. Montaje para ver los cambios de color de una mezcla de agua y leche de acuerdo al ángulo de observación. En el cielo ¿qué vendría a ser el agua? ¿Qué representarían las partículas dispersas de leche?

Polvo blanco, nubes blancas

Una nube es una colección enorme de gotitas de agua individuales cuyo tamaño es varias veces el de la longitud de onda de la luz.

Procedimiento

1. Para determinar el tamaño de una partícula que forma un polvo blanco, toma un dulce de color y aplástalo con un martillo.
2. Cuando tengas un montoncito de partículas blancas y algunos pedazos del dulce que todavía conservan el color, sepáralos.
3. Mide el tamaño de las partículas-

las blancas por medio de algún dispositivo de medición microscópica (éstos suelen tenerse en los laboratorios de física, en los kits de óptica), y compáralo con el grosor de un cabello humano. ¿Las partículas blancas son mayores o menores al grosor de un cabello humano?

¿Qué es un coloide?, ¿de qué tamaño son las partículas dispersadas en los coloides?, ¿qué efecto mencionado en la lectura presentan las mezclas coloidales?, ¿es el cielo un coloide?, ¿son las nubes coloidales?, ¿por qué?

¿Cómo relacionas las dos actividades con el color del cielo, los atardeceres rojos y las nubes blancas? (Pista: lee nuevamente el artículo y lo que sigue en esta guía).

III. Cielos azules y nubes blancas

Cielos azules

Para entender que el cielo es de este color, primero debemos observar un rayo de luz que incida sobre una superficie parcialmente transparente (un vidrio biselado, por ejemplo). En la figura 2 se representa, del lado izquierdo, la luz que incide sobre el material, los efectos de reflexión externa e interna y los efectos de dispersión y emisión (fluorescencia).

Cada vez que la luz se encuentra con una barrera entre dos materiales transparentes con diferentes índices de refracción, algo de la luz se refleja (aproximadamente el 4% en una barrera de aire/vidrio), mientras que el resto es trans-

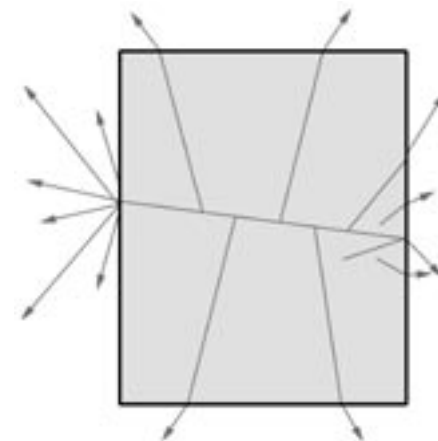


Figura 2. Las aventuras de un rayo de luz que pasa a través de una porción de sustancia parcialmente transparente. Las flechas representan los efectos de dispersión (internas) y de reflexión (a los lados) que sufre un rayo de luz que atraviesa un material donde hay partículas dispersas.

mitido con un cambio de dirección debido a la refracción (otra pista: conviene dar una repasada a reflexión y refracción de la luz en un libro de física).

Si la primera superficie es lisa entonces ocurre una reflexión de tipo especular (de espejo). Si la superficie es rugosa, ocurre una reflexión difusa. A medida que la luz penetra en un material que contiene partículas pequeñas, la luz puede dispersarse por las partículas o ser absorbida. En los colores del cielo, los fenómenos presentes son entonces la reflexión y la dispersión de la luz.

La luz en el cielo es simplemente luz de Sol dispersada. La dispersión de las partículas más pequeñas (en un cielo despejado, esas partículas son moléculas de aire, N_2 , O_2 y otros gases en muy pequeña proporción) es mayor en el extremo violeta del espectro