

TÍTULO: LUCES, CÁMARA, ¡DISPERSIÓN!

Centro: IES BEATRIU CIVERA

Curso y Ciclo: 2 ESO

Tutor/a: Diego Navarro Sanz

Categoría de concurso: FÍSICA

Alumnado: Adriana Andreu Torres, Sofía Aroca Zarcos, Luzia Do Barreiro Roldán, Celia García Barrachina

1. Resumen breve del proyecto y objetivos

El objetivo de este proyecto es mostrar la dispersión selectiva de la luz y las condiciones bajo las que se produce. Se estudia la dispersión de un haz de luz cuando atraviesa disoluciones coloidales de diferentes sustancias y concentraciones. El proyecto da pie a realizar diversas demostraciones de los fenómenos físicos (ondulatorios) involucrados:

- Luz blanca como resultado de luces de diferentes colores (longitud de onda): descomposición de la luz mediante un prisma, recomposición de los colores en luz blanca (disco de Newton).
- Refracción de la luz y efectos curiosos: desaparición de objetos por mismo índice de refracción o por reflexión total.
- Polarización de la luz.

Finalmente, llevamos a cabo un montaje para modelizar y explicar cómo se produce la dispersión de la luz del Sol cuando atraviesa la atmósfera terrestre, responsable del color azul del cielo durante el día y del rojo de los atardeceres.

2. Material y montaje

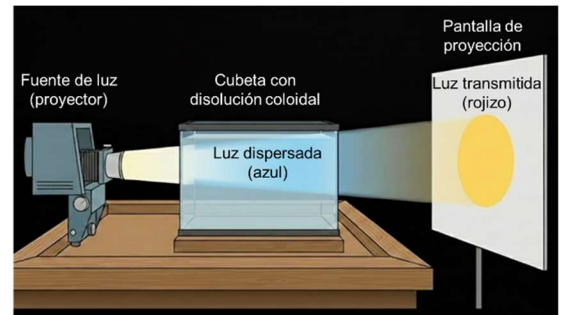
Estudio del efecto Tyndall y dispersión de la luz:

- Tubo de vidrio en U.
- Linterna.
- Soporte universal y pinza.
- Láminas cola de pescado.
- Leche entera.
- Leche desnatada.
- Jabón líquido.
- Tiosulfato de sodio.
- Ácido clorhídrico 1 M.
- Cuentagotas.
- Guantes.
- Gafas de protección.



Montaje para explicar la dispersión en la atmósfera:

- Proyector.
- Pantalla.
- Espejo.
- Cubeta con disolución coloidal.
- Luz dispersada (azul).
- Leche.
- Láminas polarizadoras.



3. Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas

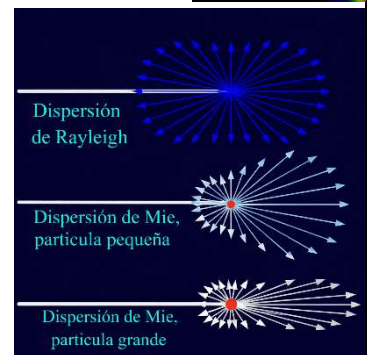
a) ¿Qué es la luz blanca?

La luz blanca del Sol no es de un solo color, sino una mezcla de todos los colores del arcoíris. Cada color viaja como una onda con una "longitud" diferente: el azul tiene ondas cortas que vibran rápidamente, mientras que el rojo tiene ondas más largas que vibran más lentamente.



b) La dispersión de la luz

La dispersión es un fenómeno físico que ocurre cuando la luz se encuentra con un obstáculo material en su camino. Este obstáculo puede ser una molécula de gas en el aire, una gota de agua en una nube o las partículas de un coloide en nuestro experimento. Cuando la luz choca con estas partículas, se desvía en varias direcciones. A esto lo llamamos dispersión. Según el tamaño de las partículas, la dispersión es selectiva (depende de la longitud de onda) y se produce en todas direcciones, depende poco de la longitud de onda y se dispersa preferentemente hacia delante o no es selectiva (no depende de la longitud de onda). En la tabla siguiente se muestra una clasificación según el tamaño relativo entre el tamaño del objeto y la longitud de onda de la luz.



Tipo de dispersión	Tamaño de la partícula (d)	¿Qué ocurre con la luz?	Ejemplo en la naturaleza
Rayleigh	Mucho menor que la luz: ($d < 0,1\lambda$)	Dispersa muchísimo el azul y casi nada el rojo.	El color azul del cielo despejado.
Mie	Similar a la luz: ($0,1\lambda < d < 10\lambda$)	Dispersa todos los colores de forma potente y hacia adelante.	El color blanco de las nubes y la niebla.
No Selectiva	Mucho mayor que la luz: ($d > 10\lambda$)	Actúa como un espejo; rebota todo por igual.	Las gotas de lluvia grandes o el granizo.

Cuando la luz atraviesa una disolución coloidal, su dispersión permite hacer visible la trayectoria de la luz, efecto que se conoce como **efecto Tyndall**.

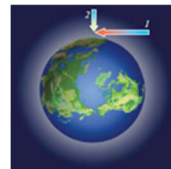
El efecto Tyndall permite comprobar la trayectoria rectilínea de los rayos de luz.



c) ¿Por qué el cielo es azul y el atardecer rojo?

El tamaño de las moléculas que forman el aire produce dispersión Rayleigh. Por tanto, dispersa mucho el azul y poco el rojo.

- El cielo azul: durante el día, la luz del Sol atraviesa una capa de aire fina. El azul se dispersa por todo el cielo y eso es lo que vemos.
- El atardecer: Cuando el Sol se pone, la luz tiene que atravesar mucha más cantidad de atmósfera para llegar a nosotros. En ese largo camino, casi todo el azul se dispersa y se "pierde" por el camino. Lo único que logra atravesar todo ese aire sin desviarse es la luz de onda larga: el rojo y el naranja.



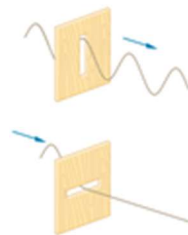
d) La Polarización

Además de cambiar el color, la dispersión hace algo muy curioso con la luz: la polariza.

Imaginemos que la luz es una cuerda que vibra. Normalmente, la luz del Sol vibra en todas las direcciones posibles (arriba-abajo, izquierda-derecha, en diagonal...). A esto lo llamamos luz no polarizada.

Cuando la luz solo vibra en direcciones determinadas, decimos que está polarizada. Si solo vibra en una sola dirección determinada, decimos que esta polarizada linealmente.

Cuando la luz blanca choca con las partículas de nuestro tanque, al desviarse hacia los lados, la onda se ve obligada a vibrar en una sola dirección principal. Es como si el choque actuara como una rejilla que solo deja pasar las vibraciones que van en un sentido.



Entre las aplicaciones tecnológicas de la dispersión y la polarización, destacan:

- Sensores de contaminación que utilizan el efecto Tyndall para medir cuántas partículas de polvo o humo hay en el aire.
- Analizar muestras de sangre y detectar el tamaño de las proteínas o células, ayudando a diagnosticar enfermedades de forma rápida.
- Seguridad Vial: El diseño de los faros antiniebla de los coches y la pintura de las señales reflectantes se basa en estos mismos principios para garantizar que la luz llegue lo más lejos posible en condiciones difíciles.
- Uso de la polarización para diseñar pantallas LCD, gafas de sol filtros polarizados de fotografía.

4. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas.

Si llenamos el tubo en U con agua pura o una disolución (agua del grifo, agua con sal), la trayectoria de los rayos de luz no es visible. En el agua destilada no hay partículas y en la disolución son tan pequeñas que prácticamente no desvían la luz.

Si preparamos un coloide (añadimos un poco de leche, cola de pescado o jabón), el rayo se visualiza (efecto Tyndall) debido a que el tamaño de las partículas ya es comparable al de la longitud de onda de luz. Predomina un tono azulado debido a la dispersión Rayleigh. Hacia el final del tubo en U, el tono del coloide pasa a ser anaranjado. Comprobamos que el azul es el color que se dispersa en mayor cantidad por las partículas del coloide, de manera que al final del tubo ya no queda más azul que dispersarse, predominando los colores rojizos que, al dispersarse menos que el azul, consiguen llegar al final del tubo. Podemos visualizar el efecto de un aumento y crecimiento progresivo de las pequeñas partículas que dispersan la luz. Para ello introducimos en el tubo en U una disolución de tiosulfato de sodio. La disolución no permite visualizar aún los rayos de luz, como hemos comentado antes. A continuación, echamos unas gotas de una disolución de ácido clorhídrico. Se produce una reacción que, entre otros productos, produce pequeños cristales de azufre. La disolución se torna azul y, a continuación, al blanco, debido al aumento de cristales y al aumento de su tamaño, pasando a dispersión de Mie.

5. Conclusiones

- La dispersión del azul se ve mejor cuando la disolución coloidal es diluida. A medida que se añaden más partículas coloidales, la disolución se ve blanquecina. Ello se debe a que el azul solo gana cuando hay oportunidades de chocar. Si aumentamos la concentración del coloide, hay tantos obstáculos que la probabilidad de que choque el resto de colores aumenta y se dispersan todos los colores de manera que el ojo detecta el color blanco.
- El efecto Tyndall permite comprobar la trayectoria rectilínea de los rayos de luz.
- Se observa el fenómeno de reflexión total dentro del tubo en U. Los rayos de luz, cuya trayectoria es rectilínea, consiguen sortear la curva debido a la reflexión total.

6. Bibliografía

- A. del Mazo Vivar et. al., Los colores del cielo, en Oír y ver - 61 experimentos de acústica y óptica, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia (2016) 103-104.
- J. L. Herrera Fuentes, Demostraciones experimentales de óptica, Editorial Académica Española (2012) 38-40.
- The Royal Society of Chemistry, Experimentos de química clásica, Editorial Síntesis (2002) 327-330.