

Material Complementario

MIROscopio II

Capítulo 7

Polarización de la luz

Clase 1 Revisión de contenidos y experiencias prácticas	<ul style="list-style-type: none">● Utilizar a modo introductorio el capítulo 7.● Experiencia práctica con una rejilla y cuerdas. Si se tiene acceso a dos láminas polarizadoras realizar una segunda experiencia y variar los ángulos entre ellas.● Luego ver contenidos.	Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 minutos)
Clase 2 Usos en la vida “diaria” de la polarización	<ul style="list-style-type: none">● Mostrar a los estudiantes los distintos usos que se le da a la polarización de la luz dentro de la vida cotidiana.	Tiempo estimado: 2 horas pedagógicas (90 minutos)

PROPUESTA DE PROYECTO:

Clase 1: Revisión de contenidos y experiencias prácticas

- Utilizar a modo introductorio el capítulo 7 de la serie MIROscopio II.
- Experiencia práctica con una rejilla y cuerdas. Si se tiene acceso a dos láminas polarizadoras realizar una segunda experiencia y variar los ángulos entre ellas.
- Luego ver los contenidos.

Experiencia Práctica:

1. Para esta experiencia se puede utilizar una cuerda y una red de madera, que puede construirse con palos de maqueta, por ejemplo.

La idea es mostrar cómo la onda transversal que viaja por la cuerda sólo se puede transmitir por un polarizador que tenga la misma dirección.

Adjunto un video en el cual no se usa una cuerda, pero muestra la misma idea:

<https://www.youtube.com/watch?v=E9qpbt0v5Hw>

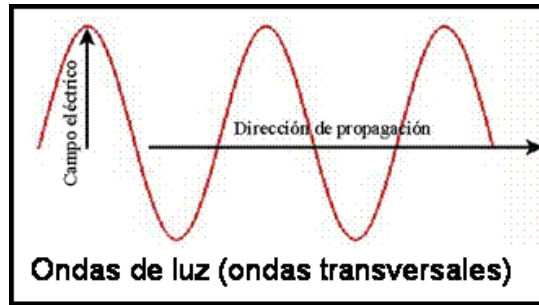
2. Si además se tiene la suerte de contar con dos láminas polarizadoras, se les puede mostrar a los estudiantes como al cambiar el ángulo entre los polarizadores pasa más o menos luz.

CONTENIDOS:

Polarización de la luz

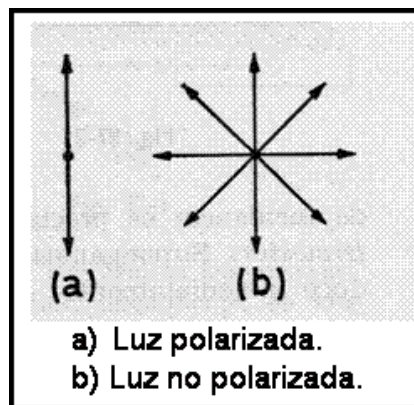
Recordemos que las ondas pueden ser longitudinales o transversales. Las ondas sonoras son longitudinales, lo cual significa que el movimiento de vibración es a lo largo de la dirección de propagación de la onda. Pero cuando movemos una cuerda tensa, ¿el movimiento vibratorio que se transmite por ella es perpendicular o transversal a la cuerda? Entonces, ¿las ondas luminosas son longitudinales o transversales?

La luz es un movimiento ondulatorio formado por ondas transversales. ¿Qué es lo que la produce?, ¿qué es lo que vibra? Lo que vibra es un campo eléctrico y un campo magnético perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación de las ondas. Por ello, decimos que la luz está formada por ondas electromagnéticas.

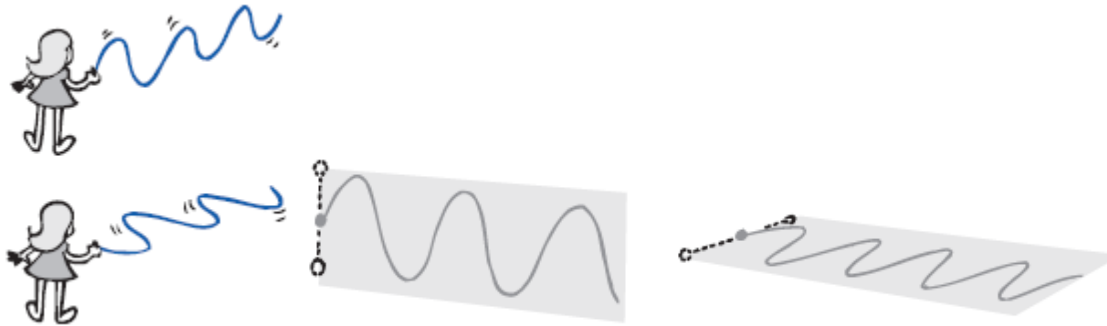


Fijémonos en el campo eléctrico, si la oscilación (vibración) es en un plano, el movimiento ondulatorio está polarizado linealmente. Lo habitual es que la luz no esté polarizada (luz natural). La luz que emiten los objetos que tenemos a nuestro alrededor se produce en los átomos de los que están formados; más concretamente, en los saltos de los electrones que envuelven los núcleos atómicos. Como hay muchísimos átomos, y cada uno produce luz en direcciones cualesquiera, el resultado es que no hay un plano definido de oscilación de las ondas, es decir, la luz no está polarizada.

Una fuente común de luz, como una lámpara incandescente, una fluorescente, la llama de una vela, emiten luz que no está polarizada. Esto se debe a que no hay una dirección preferente de aceleración de los electrones que emiten la luz. Los planos de vibración podrían ser tan numerosos como los electrones que aceleran y los producen. Se pueden representar todos esos planos mediante líneas radiales o, en forma más sencilla, con vectores en dos direcciones perpendiculares entre sí, como si hubiéramos descompuesto todos los vectores en sus componentes horizontales y verticales. Este esquema sencillo representa la luz no polarizada. La luz polarizada se representaría con un solo vector.



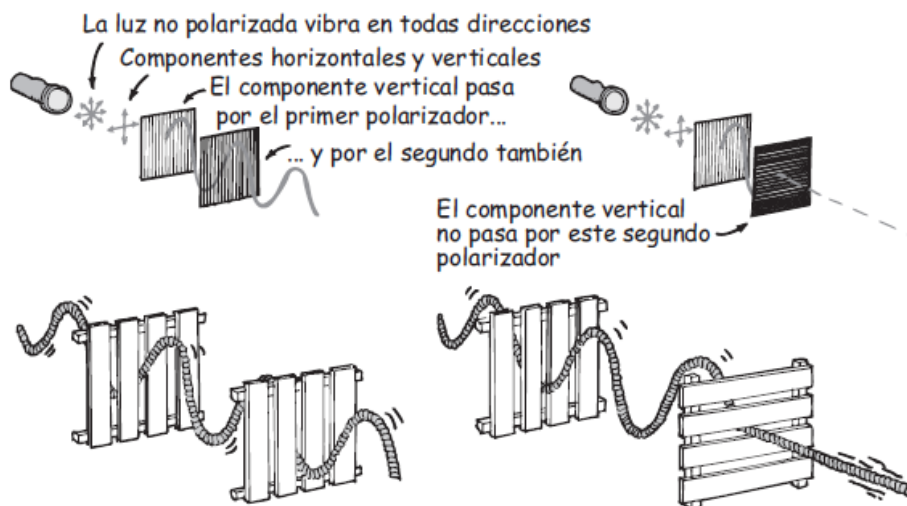
Por ejemplo, si movemos hacia arriba y hacia abajo el extremo de una cuerda tensa, la onda transversal recorre la cuerda en un plano. Se dice que esa onda es plano polarizada, lo cual quiere decir que las ondas se propagan por la cuerda confinadas en un solo plano. Si movemos la cuerda hacia arriba y hacia abajo, produciremos una onda plano-polarizada verticalmente. Si la movemos hacia los lados, produciremos una onda plano-polarizada horizontalmente.



Obtención de luz polarizada:

1. A través de un filtro polarizador

Si ves una luz no polarizada a través de un filtro polarizador podrás girar el filtro en cualquier dirección y la luz se verá igual. Pero si esa luz está polarizada, entonces, a medida que giras el filtro, bloquearas cada vez más la luz, hasta bloquearla por completo. Un filtro polarizador ideal transmite el 50% de la radiación no polarizada que le llega. Naturalmente, ese 50% que pasa está polarizado. Cuando se disponen dos filtros polarizados, de tal manera que estén alineados sus ejes de polarización, la luz pasará por ambos. Si sus ejes están en ángulo recto entre sí (se dice que así los filtros están cruzados) no pasa luz por el par. (En realidad sí pasa algo de luz de longitudes menores de onda, pero no en forma importante.) Cuando se usan en pares los filtros polarizadores, al primero en el trayecto de la luz se le llama polarizador y al segundo analizador.

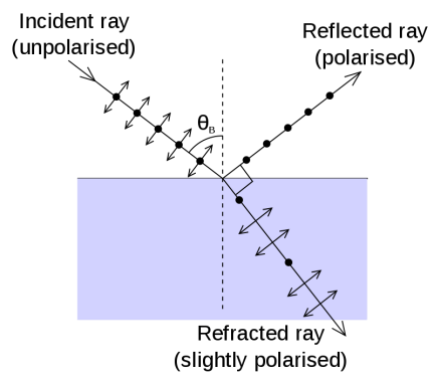


2. Por reflexión

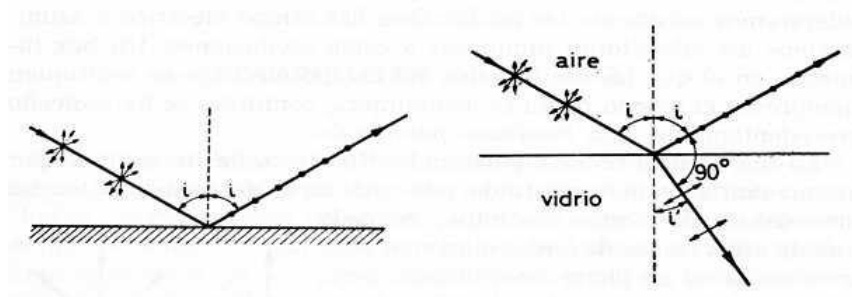
En 1808, el científico francés Étienne Louis Malus descubrió que, si se hace incidir un rayo de luz sobre una superficie de vidrio con un cierto ángulo, el rayo de luz reflejado está completamente polarizado, siendo el plano de vibración perpendicular al plano de incidencia. En 1815, David Brewster demostró que este ángulo depende de los índices de refracción, y definió una ley que nos da como resultado el ángulo de Brewster, que es justamente el ángulo con el cual se obtiene luz completamente polarizada:

$$\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\theta_B = \arctan\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Cuando la luz encuentra un interfaz entre dos medios con diferentes índices de refracción (n_1 índice de refracción del medio 1 y n_2 índice de refracción del medio 2), parte de ella es reflejada, y esta fracción depende de la polarización de la luz incidente y del ángulo de incidencia.



Al incidir un haz de luz con el ángulo de Brewster, la componente de la polarización paralela al plano de incidencia se anula en el rayo reflejado. Por este motivo, el haz que vemos reflejado posee una polarización lineal, justamente en la dirección perpendicular al plano de incidencia, independientemente del tipo de polarización propia del haz incidente. Se debe notar que, en el caso particular de incidir con un haz linealmente polarizado en la dirección paralela al plano de incidencia, el rayo reflejado se anula en el ángulo de Brewster. En este caso, se produce una transmisión total del haz entre ambos medios.



Fuente:

- Física Conceptual, Paul Hewitt
- <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid2/rc-114/rc-114.html>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Brewster%27s_angle
- https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81ngulo_de_Brewster

Clase 2: Usos en la vida “diaria” de la polarización

Mostrar a los estudiantes los distintos usos que se le da a la polarización de la luz dentro de la vida cotidiana.

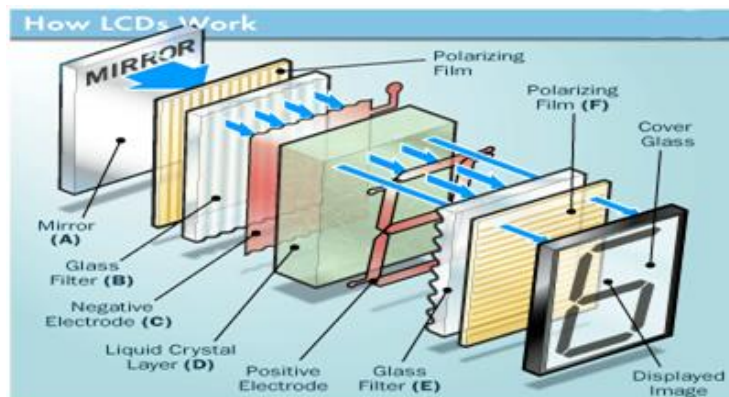
A modo de repaso de los contenidos y como introducción a las aplicaciones que tiene la polarización de la luz se puede utilizar el siguiente video:

<https://www.youtube.com/watch?v=gYxH4o1FeD4&feature=youtu.be>

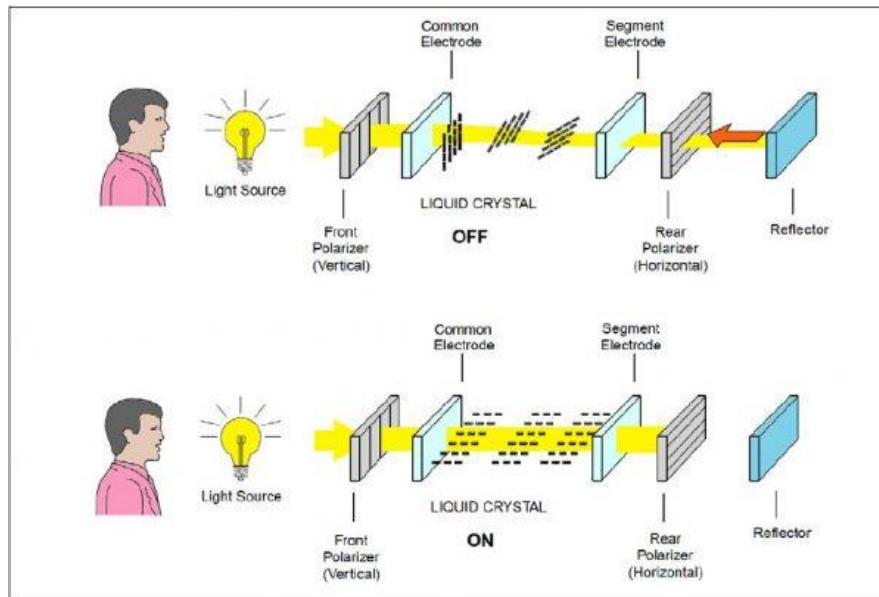
1. Pantallas de Cristal líquido o LCD

Todas las pantallas LCD o de cristal líquido llevan en su interior un filtro polarizador, de forma que siempre emiten luz polarizada. Pero no sólo las pantallas de televisión, también las del teléfono móvil, calculadoras, relojes, juegos de vídeo, ordenadores, etc.

Los dispositivos electroópticos se construyen, de forma simplificada, tomando dos láminas de vidrio en las que se realizan unas hendiduras de tamaño similar a las moléculas del cristal líquido nemático que se introduce entre ambas. Estas dos láminas al colocarse de forma perpendicular originan una orientación molecular preferente y la aparición de un eje óptico helicoidal dentro del material. Por último, tras el segundo polarizador, se coloca un espejo que refleja la luz que atraviesa el dispositivo llegando a los ojos del espectador.



La aplicación de un campo eléctrico sobre la célula de cristal líquido va a dar lugar a las dos posiciones off/on necesarias para el funcionamiento de las pantallas de cristal líquido. Si el campo eléctrico está desconectado las moléculas de cristal líquido mantienen su orientación preferente y dejan que la luz polarizada (aquella cuyas vibraciones están restringidas a una única dirección en el espacio) atraviese la célula reflejándose en el espejo y dando lugar a una celda transparente (off). Sin embargo, al conectar un campo eléctrico en el dispositivo las moléculas giran y pierden su orientación para colocarse paralelas al campo eléctrico aplicado impidiendo que la luz polarizada atraviese el segundo polarizador, y por tanto no se podrá reflejar en el espejo originando una célula negra (on).



Fuente:

- <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid2/rc-111/rc-111b.html>
- <https://www.elprocus.com/ever-wondered-lcd-works/>
- <https://electrosome.com/lcd-display-fundamentals/>

2. Cine 3D

Hay varios sistemas para proyectar imagen 3D, pero uno de ellos está basado en el uso de la luz polarizada. El sistema básicamente radica en proyectar dos imágenes simultáneas ligeramente desfasadas y con un ángulo de polarización de 90° de una con respecto a otra. Si con cada ojo conseguimos percibir una sola de las imágenes se consigue el efecto estereoscópico y cuando las mezcla nuestro cerebro tenemos la sensación de las tres dimensiones. Si vemos la pantalla normalmente, tan sólo percibiremos una película que se ve mal, borrosa. Cada ojo percibe las dos imágenes. Ahora bien, si contemplamos la pantalla con las gafas especiales que nos dan a la entrada tendremos un estupendo efecto 3D. Lo que ocurre es que las gafas están formadas por dos filtros polarizadores, uno para cada ojo y con el plano de polarización girado también 90° , uno con respecto al otro. Así

de las dos imágenes que se proyectan, el filtro izquierdo dejará pasar la primera, pero no la segunda. Al revés, el filtro derecho dejará pasar la segunda, pero no la primera. El resultado será que veremos una imagen con el ojo izquierdo y la otra con el derecho.

En la imagen pueden verse dos pares de gafas polarizadas de las utilizadas en los cines en los que se proyectan películas 3-D. Puede verse como los dos cristales de cada una de las gafas están polarizados perpendicularmente. Ante una fuente de luz normal (no polarizada), si se superponen los dos pares de gafas, vemos que deja pasar la luz que proviene de uno de los filtros, pero no la del otro. Deja pasar la del filtro que tiene su misma orientación (polarización paralela), pero no deja pasar la del filtro que tiene una polarización perpendicular (polarización cruzada).



Fuente:

- <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid2/rc-115/rc-115.html>

3. Disminución de reflejos

Cuando la luz del Sol incide en distintos materiales y objetos (por ejemplo, un metal, las olas del mar o la nieve de la montaña) se refleja luz polarizada. Por ello, en fotografía se utilizan filtros polarizadores que se ponen delante del objetivo y ayudan a eliminar reflejos que podrían estropear la foto o resaltan determinados colores y objetos. Esto hace que también se utilicen los filtros en algunos tipos de gafas de sol (gafas de la gama polaroid), especialmente para practicar deportes de alta montaña o marinos.



Fotografías tomadas a una ventana con una cámara con un filtro polarizador rotado en dos ángulos diferentes. A la izquierda, el polarizador está alineado con el ángulo de polarización de la reflexión de la ventana. A la derecha, el polarizador fue rotado 90°, eliminando la reflexión de la luz polarizada del sol.



Dos fotografías de paisaje tomadas con filtro polarizador (abajo) y sin filtro (arriba). Puede verse como cambian los colores y matices. Se resaltan los colores y se aprecian mejor algunos detalles, pero empeoran otros.

Incluso, pueden encontrarse filtros polarizadores incorporados a los parabrisas de algunos automóviles de alta gama, de forma que protegen al conductor de reflejos indeseados que pudieran molestarle o distraerle en su conducción.

Fuente:

- <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid2/rc-115/rc-115.html>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Brewster%27s_angle

Créditos

Este material se realizó basado en la propuesta de los profesores Pamela Mondaca y Diego Ramírez.

Referencias Bibliográficas

Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual* (10ª ed.). PEARSON EDUCACIÓN.

Nota Final

Si posees alguna crítica constructiva para este material, o construiste una adaptación de este, o hiciste las actividades sugeridas en tu casa o en tu sala de clases y nos quieres contar tu experiencia, no dudes en escribirnos y te invitamos a compartir tu experiencia en redes sociales etiquetándonos como @Instituto Milenio MIRO.