

Movimiento ondulatorio de la luz

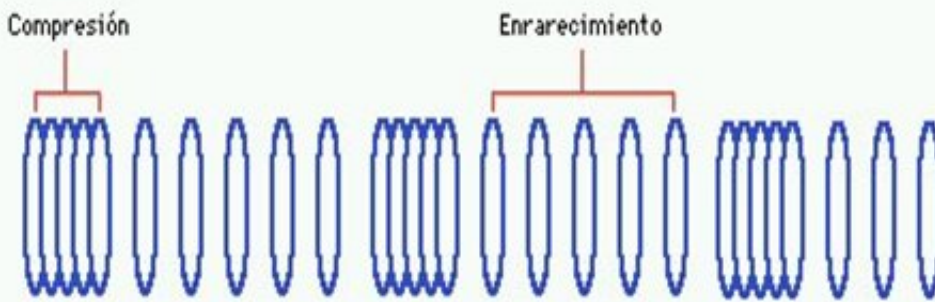
La luz es emitida por sus fuentes en línea recta, y se difunde en una superficie cada vez mayor a medida que avanza; la luz por unidad de área disminuye según el cuadrado de la distancia. Cuando la luz incide sobre un objeto es absorbida o reflejada; la luz reflejada por una superficie rugosa se difunde en todas direcciones. Algunas frecuencias se reflejan más que otras, y esto da a los objetos su color característico. Las superficies blancas difunden por igual todas las longitudes de onda, y las superficies negras absorben casi toda la luz. Por otra parte, para que la reflexión forme imágenes es necesaria una superficie muy pulida, como la de un espejo.

La definición de la naturaleza de la luz siempre ha sido un problema fundamental de la física. El matemático y físico británico Isaac Newton describió la luz como una emisión de partículas, y el astrónomo, matemático y físico holandés Christiaan Huygens desarrolló la teoría de que la luz se desplaza con un movimiento ondulatorio.

En la actualidad se cree que estas dos teorías son complementarias, y el desarrollo de la teoría cuántica ha llevado al reconocimiento de que en algunos experimentos la luz se comporta como una corriente de partículas y en otros como una onda. En las situaciones en que la luz presenta movimiento ondulatorio, la onda vibra perpendicular a la dirección de propagación; por eso, la luz puede polarizarse en dos ondas perpendiculares entre sí.

MOVIMIENTO ONDULATORIO

El movimiento ondulatorio es el proceso por el que se propaga energía de un lugar a otro sin transferencia de materia, mediante ondas mecánicas o electromagnéticas. En cualquier punto de la trayectoria de propagación se produce un desplazamiento periódico, u oscilación, alrededor de una posición de equilibrio. Puede ser una oscilación de moléculas de aire, como en el caso del sonido que viaja por la atmósfera, de moléculas de agua (como en las olas que se forman en la superficie del mar) o de porciones de una cuerda o un resorte. En todos estos casos, las partículas oscilan en torno a su posición de equilibrio y sólo la energía avanza de forma continua. Estas ondas se denominan mecánicas porque la energía se transmite a través de un medio material, sin ningún movimiento global del propio medio. Las únicas ondas que no requieren un medio material para su propagación son las ondas electromagnéticas; en ese caso las oscilaciones corresponden a variaciones en la intensidad de campos magnéticos y eléctricos.

**Figura 1: onda longitudinal****Figura 2: onda transversal**

Enciclopedia Encarta, © Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

TIPOS DE ONDAS

Tipos de movimiento ondulatorio Las ondas son una perturbación periódica del medio en que se mueven. En las ondas longitudinales, el medio se desplaza en la dirección de propagación. Por ejemplo, el aire se comprime y expande en la misma dirección en que avanza el sonido. En las ondas transversales, el medio se desplaza en ángulo recto a la dirección de propagación. Por ejemplo, las ondas en un estanque avanzan horizontalmente, pero el agua se desplaza verticalmente. Los terremotos generan ondas de los dos tipos, que avanzan a distintas velocidades y con distintas trayectorias. Estas diferencias permiten determinar el epicentro del sismo. Las partículas atómicas y la luz pueden describirse mediante ondas de probabilidad, que en ciertos aspectos se comportan como las ondas de un estanque.

Las ondas se clasifican según la dirección de los desplazamientos de las partículas en relación a la dirección del movimiento de la propia onda. Si la vibración es paralela a la dirección de propagación de la onda, la onda se denomina longitudinal. Una onda longitudinal siempre es mecánica y se debe a las sucesivas compresiones (estados de máxima densidad y presión) y enrarecimientos (estados de mínima densidad y presión) del medio. Las ondas sonoras son un ejemplo típico de esta forma de movimiento ondulatorio. Otro tipo de onda es la onda transversal, en la que las vibraciones son perpendiculares a la dirección de propagación de la onda. Las ondas transversales pueden ser mecánicas, como las ondas que se propagan a lo

largo de una cuerda tensa cuando se produce una perturbación en uno de sus extremos, o electromagnéticas, como la luz, los rayos X o las ondas de radio. En esos casos, las direcciones de los campos eléctrico y magnético son perpendiculares a la dirección de propagación. Algunos movimientos ondulatorios mecánicos, como las olas superficiales de los líquidos, son combinaciones de movimientos longitudinales y transversales, con lo que las partículas de líquido se mueven de forma circular.

En una onda transversal, la longitud de onda es la distancia entre dos crestas o valles sucesivos. En una onda longitudinal, corresponde a la distancia entre dos compresiones o entre dos enrarecimientos sucesivos. La frecuencia de una onda es el número de vibraciones por segundo. La velocidad de propagación de la onda es igual a su longitud de onda multiplicada por su frecuencia. En el caso de una onda mecánica, su amplitud es el máximo desplazamiento de las partículas que vibran. En una onda electromagnética, su amplitud es la intensidad máxima del campo eléctrico o del campo magnético.

COMPORTAMIENTO DE LAS ONDAS

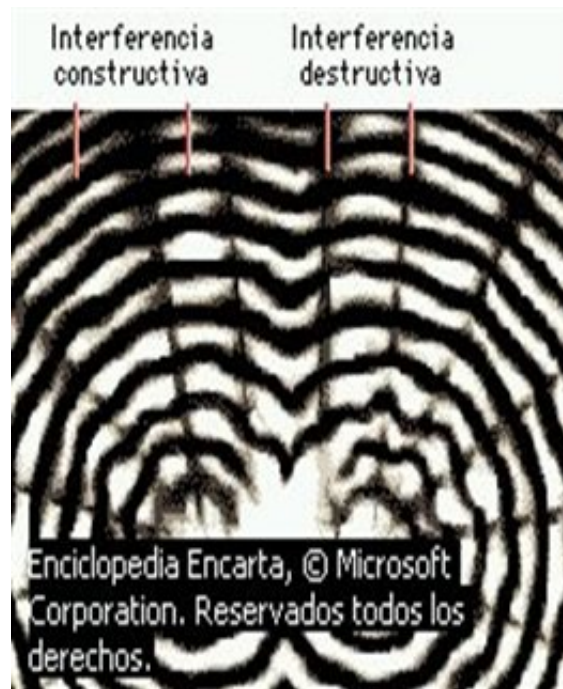
Reflexión de pulsos ondulatorios Sacudiendo una cuerda rápidamente se genera un pulso ondulatorio que avanza por la cuerda hacia la izquierda (A). Si el extremo de la cuerda puede moverse libremente, el pulso vuelve por la cuerda por el mismo lado (C1). Si la cuerda está atada a la pared, el pulso vuelve por la cuerda por el lado opuesto (C2). Si el extremo está libre, el pulso tendrá el doble de la amplitud original en el punto de reflexión (B1); si el extremo está fijo, la amplitud del pulso en dicho punto será nula (B2).

La velocidad de una onda en la materia depende de la elasticidad y densidad del medio. En una onda transversal a lo largo de una cuerda tensa, por ejemplo, la velocidad depende de la tensión de la cuerda y de su densidad lineal o masa por unidad de longitud. La velocidad puede duplicarse cuadruplicando la tensión, o reducirse a la mitad cuadruplicando la densidad lineal. La velocidad de las ondas electromagnéticas en el vacío (entre ellas la luz) es constante y su valor es de aproximadamente 300.000 km/s. Al atravesar un medio material esta velocidad varía sin superar nunca su valor en el vacío.

Cuando dos ondas se encuentran en un punto, el desplazamiento resultante en ese punto es la suma de los desplazamientos individuales producidos por cada una de las ondas. Si los desplazamientos van en el mismo sentido, ambas ondas se refuerzan; si van en sentido opuesto, se debilitan mutuamente. Este fenómeno se conoce como interferencia.

Interferencia de fuentes puntuales Este diagrama de interferencias se formó moviendo dos varillas rítmicamente arriba y abajo en una bandeja de agua. Se pueden observar efectos similares al meter y sacar del agua dos dedos u observando a dos patos nadando en un estanque cerca uno de otro. Las ondas procedentes de una de las fuentes puntuales (la varilla, el dedo o el pato) interfieren con las que proceden de la otra fuente. Si dos crestas llegan juntas a un punto, se superponen para formar una cresta muy alta; si dos valles llegan juntos, se superponen para formar un valle muy profundo (interferencia constructiva). Los anillos brillantes y oscuros son zonas de interferencia constructiva. Si la cresta de una fuente llega a un punto a la vez que el valle de la otra, se anulan mutuamente (interferencia destructiva). Las

líneas oscuras radiales son zonas de interferencia destructiva.



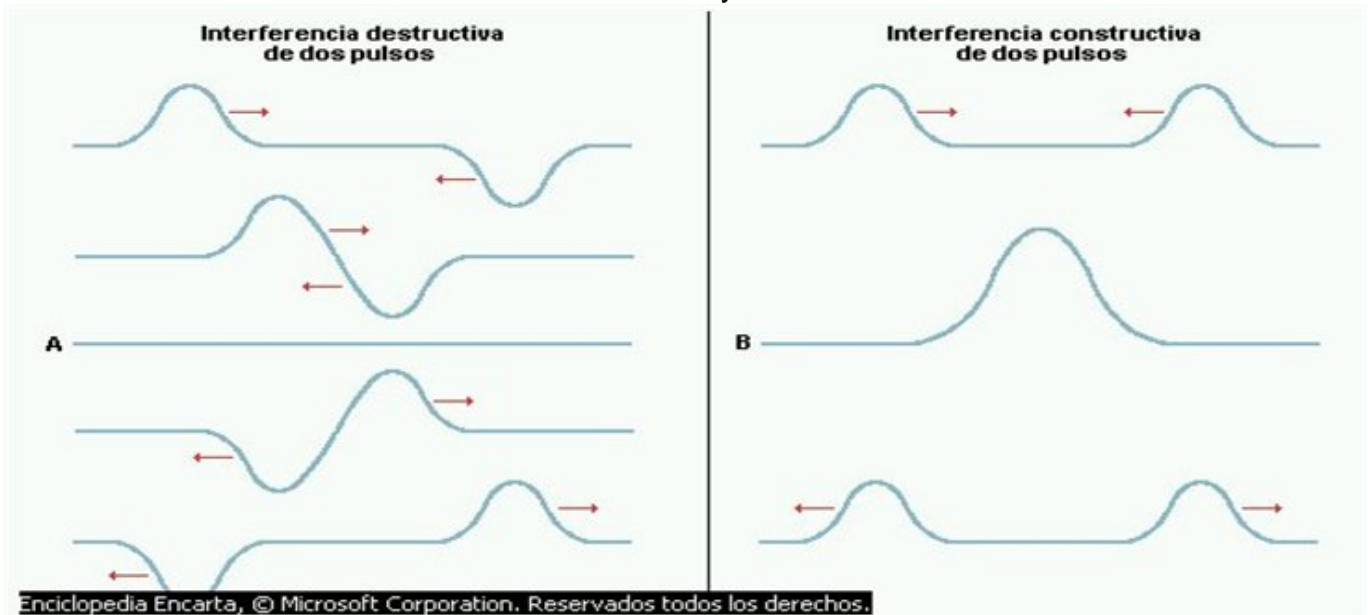
Cuando dos ondas de igual amplitud, longitud de onda y velocidad avanzan en sentido opuesto a través de un medio se forman ondas estacionarias. Por ejemplo, si se ata a una pared el extremo de una cuerda y se agita el otro extremo hacia arriba y hacia abajo, las ondas se reflejan en la pared y vuelven en sentido inverso. Si suponemos que la reflexión es perfectamente eficiente, la onda reflejada estará media longitud de onda retrasada con respecto a la onda inicial. Se producirá interferencia entre ambas ondas y el desplazamiento resultante en cualquier punto y momento será la suma de los desplazamientos correspondientes a la onda incidente y la onda reflejada. En los puntos en los que una cresta de la onda incidente coincide con un valle de la reflejada, no existe movimiento; estos puntos se denominan nodos. A mitad de camino entre dos nodos, las dos ondas están en fase, es decir, las crestas coinciden con crestas y los valles con valles; en esos puntos, la amplitud de la onda resultante es dos veces mayor que la de la onda incidente; por tanto, la cuerda queda dividida por los nodos en secciones de una longitud de onda. Entre los nodos (que no avanzan a través de la cuerda), la cuerda vibra transversalmente.

Las ondas estacionarias aparecen también en las cuerdas de los instrumentos musicales. Por ejemplo, una cuerda de violín vibra como un todo (con nodos en los extremos), por mitades (con un nodo adicional en el centro), por tercios... Todas estas vibraciones se producen de forma simultánea; la vibración de la cuerda como un todo produce el tono fundamental y las restantes vibraciones generan los diferentes armónicos.

Interferencia de ondas Cuando dos pulsos que avanzan por una cuerda se encuentran, sus amplitudes se suman formando un pulso resultante. Si los pulsos son idénticos pero avanzan por lados opuestos de la cuerda, la suma de las amplitudes es cero y la cuerda aparecerá plana durante un momento (A). Esto se conoce como interferencia destructiva. Cuando dos

pulsos idénticos se desplazan por el mismo lado, la suma de amplitudes es el doble de la de un único pulso (B). Esto se llama interferencia constructiva.

En mecánica cuántica (véase Teoría cuántica), la estructura del átomo se explica por analogía con un sistema de ondas estacionarias. Gran parte de los avances de la física moderna se basan en elaboraciones de la teoría de las ondas y el movimiento ondulatorio.



CONCLUSIÓN

En este trabajo he podido aprender acerca de una de las teorías más importantes de la luz, fue realizada por Christiaan Huygens en la cual posee algunas diferencias a la teoría corpuscular del científico Isaac Newton, pero esta teoría ha traído mayores descubrimientos para la teoría más tarde realizada por Albert Einstein quien determina que la luz se comporta con movimientos tanto corpusculares como ondulatorios.

Por medio esta teoría ha sido fácilmente explicada una de las propiedades de la luz la cual la teoría corpuscular no puede explicar, la interferencia.

BIBLIOGRAFÍA

Enciclopedia Microsoft Encarta 1999

www.astromia.com/biografias/huygens.htm

omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/107/htm/sec_10.htm

[www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/fisicaInteractiva/
OptGeometrica/historia/Newton_Huygens.htm](http://www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/fisicaInteractiva/OptGeometrica/historia/Newton_Huygens.htm)

www.escolar.com/cnat/04laluz.htm