17.- INTERFERENCIA, DIFRACCIÓN Y POLARIZACIÓN.

Como habíamos mencionado la naturaleza de la luz es dual, debido a que en algunas ocasiones exhibe propiedades de partículas y en otras se comporta como onda.

Huygens fue el primero en proponer que la luz es un fenómeno ondulatorio y por ende, se propaga como un frente de onda, en el cual, cada punto de una onda debe considerarse como una nueva fuente puntual de ondas. Comprobó que la luz tiene naturaleza ondulatoria mediante los fenómenos de interferencia y difracción. Posteriormente, en 1809, E. L. Malus (1775-1812), por primera vez detectó el fenómeno de polarización en la luz reflejada, lo cual apoyó la teoría ondulatoria y comprobó con ello que la luz es una onda transversal, contrario a lo supuesto hasta entonces.

Ahora estudiaremos los fenómenos en los cuales la luz se comporta como una onda. Estos son los fenómenos de interferencia, difracción y polarización.

El hecho, demostrado experimentalmente, de que la luz presenta fenómenos de este tipo indica que tiene características ondulatorias. Como ya se ha dicho la hipótesis acerca del carácter ondulatorio de la luz fue enunciada por primera vez en el siglo XVII, pero sólo fue presentada como una teoría en el siglo XIX con los trabajos de J.C. Maxwell, donde se completó la hipótesis, señalando que la luz es una onda electromagnética.

Interferencia

Ya se ha señalado que la interferencia es un fenómeno ondulatorio, que consiste en la superposición de ondas de iguales características: frecuencia, longitud de onda y fase. En el caso de la luz estas ondas son llamadas ondas coherentes, de manera que la interferencia de la luz en ocasiones se define como la superposición de ondas coherentes.

Todos hemos tenido la oportunidad de observar la interferencia de la luz, que es el fenómeno que provoca la coloración de las películas (capas delgadas) de aceite en el piso o la coloración en las alas de algunos insectos.

La interferencia provoca que en el lugar donde se superponen las ondas aparezca una distribución de zonas iluminadas, llamadas máximos, y de zonas obscuras, llamadas mínimos. La posición de cada zona depende de las distancias a las fuentes de las ondas y de la longitud de onda de la luz. Es por ello que cuando las ondas tienen varias longitudes de onda, los máximos de cada una se sitúan en un lugar diferente y por ello vemos zonas de diferentes colores.

La interferencia tiene gran aplicación práctica. Por ejemplo, si se observa la lente de una cámara fotográfica de buena calidad se verá que tiene una coloración violeta. Esto se debe a que tiene una cubierta, para evitar la reflexión, con ayuda del fenómeno de interferencia.

Se utiliza la interferencia para medir distancias en forma muy exacta, con ayuda de equipos llamados interferómetros.

Difracción

El otro fenómeno ondulatorio que vamos a estudiar es la difracción de la luz. Como ya se ha dicho la difracción consiste en la desviación de la propagación rectilínea de la luz en las cercanías de un objeto opaco, provocando la aparición de zonas claras y obscuras.

Si la luz pasa a través de una abertura grande, se ve bien definida la sombra formada, ver figura 59a), en cambio si es una ranura por donde pasa la luz, los bordes de la sombra se ven borrosos, por lo cual podemos pensar que la luz se desvía alrededor de una barrera, ver figura 59b). La difracción es la capacidad de las ondas para deflectarse o cambiar de dirección alrededor de un objeto opaco (obstáculos) en su trayectoria.

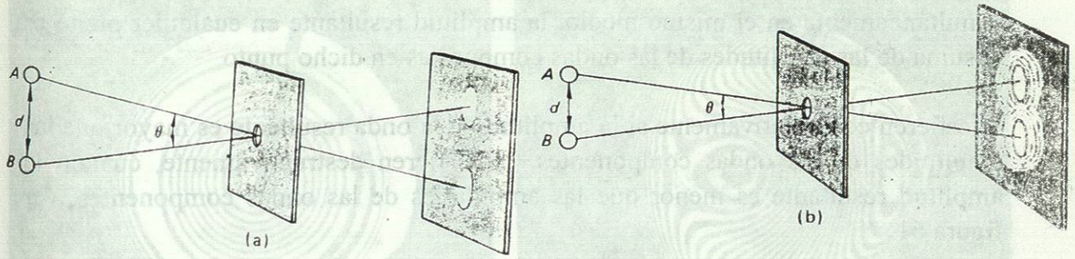

Figura 59. Difracción. a) Mínima (tiene sus fronteras de sombra y luz bien definidas). b) Pronunciada (no tiene bordes delimitados, la zona brillante o de luz se desvanece hacia la oscuridad).

La difracción no es exclusiva de las rendijas angostas o de las aberturas en general, se observa en todas las sombras. La difracción de la luz siempre ocurre, pero su observación no siempre es posible, ya que para que el efecto se observe bien las dimensiones del objeto deben ser del orden de la longitud de onda de la luz, y sabemos que ésta es muy pequeña.

La primera observación sobre la difracción de la luz la realizó Thomas Young en 1801, ver fig. 60.

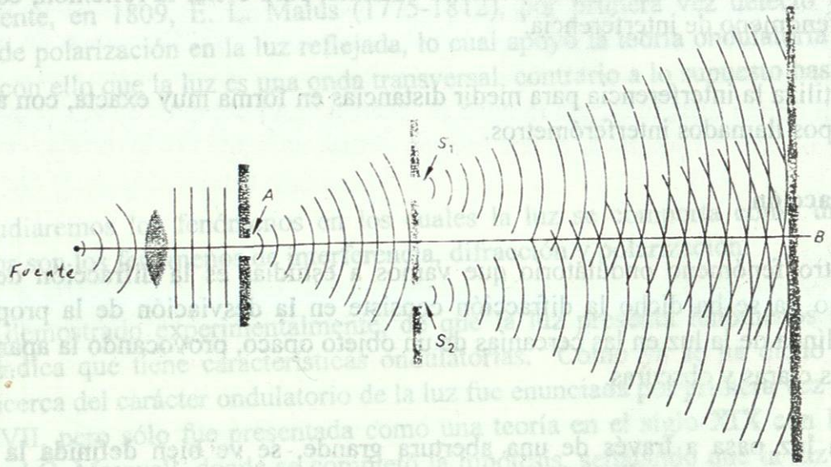

Figura 60. Experimento de Thomas Young.

Observó que la pantalla se iluminó con bandas o franjas brillantes y oscuras alternadas, este fenómeno se debe al comportamiento ondulatorio de la luz. Su origen es el principio de superposición: Si dos o más ondas existen simultáneamente en el mismo medio, la amplitud resultante en cualquier punto es la suma de las amplitudes de las ondas compuestas en dicho punto.

Interfieren constructivamente si la amplitud de la onda resultante es mayor que las amplitudes de las ondas componentes. Interfieren destructivamente, cuando la amplitud resultante es menor que las amplitudes de las ondas componentes, ver figura 61.

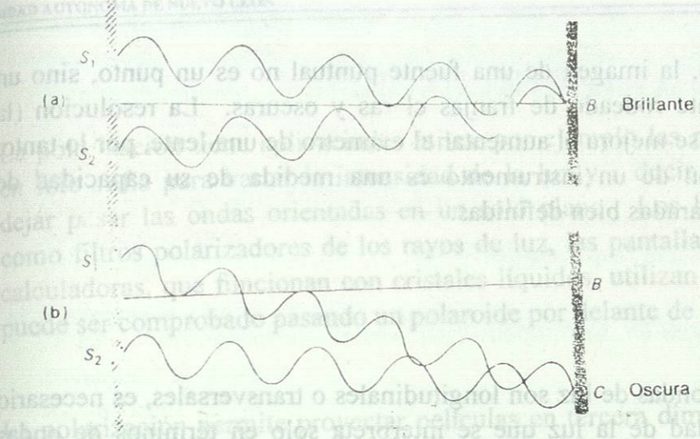

Figura 61. Interferencia a) constructiva b) destructiva

La difracción es muy importante en ampliaciones posibles de un instrumento óptico, ya que establece el límite final. Además, en todo instrumento óptico existe interacción de la luz con objetos opacos, como son diafragmas, monturas de lentes, rendijas, etc. Es por ello que para el diseño correcto de cualquier equipo óptico deben tenerse en cuenta los efectos de la difracción.

Newton observó que se producen bandas de interferencia al colocar una placa de vidrio y una lente e iluminó ésta desde arriba con luz monocromática (por ejemplo una lámpara de vapor de sodio) ver figura 62. Se producen una serie de anillos luminosos y oscuros, los cuales se conocen como anillos de Newton, son similares a las bandas de interferencia observadas en superficies planas. Este técnica de los anillos de Newton es muy útil para pulir lentes de precisión y examinar lo plano de las superficies de dichas lentes. Si producen bandas uniformes son ópticamente planas.

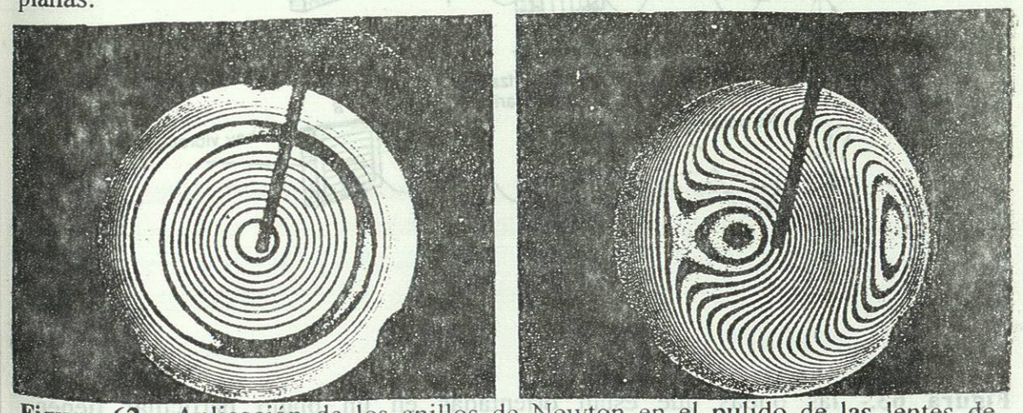

Figura 62. Aplicación de los anillos de Newton en el pulido de las lentes de precisión.

Al construir una lente, la imagen de una fuente puntual no es un punto, sino un pequeño punto brillante rodeado de franjas claras y oscuras. La resolución (la imagen bien definida) se mejora al aumentar el diámetro de una lente, por lo tanto, el poder de resolución de un instrumento es una medida de su capacidad de producir imágenes separadas bien definidas.

Polarización.

Para determinar si las ondas de luz son longitudinales o transversales, es necesario introducir una propiedad de la luz que se interpreta sólo en términos de ondas transversales y se llama polarización. Polarización es el proceso por el cual las oscilaciones transversales de un movimiento ondulatorio están orientadas a un modelo definido. El hecho de que la luz se polarice es debido a su comportamiento ondulatorio. Las ondas luminosas son transversales. A continuación se considera un ejemplo mecánico de ondas transversales en una cuerda vibrante, de tal manera que al ser enviadas y pasar por una rendija, ver fig. 63, se dice que las ondas están polarizadas en un plano particular.

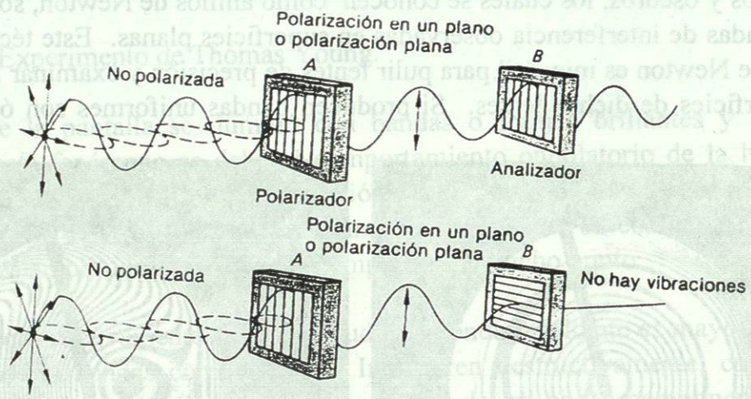

Figura 63.- las ondas que están orientadas en un plano particular tienen polarización plana.

La polarización tiene aplicaciones útiles, por ejemplo las placas Polaroid se usan en fotografía para variar la intensidad de la luz y reducir el reflejo de la luz, al dejar pasar las ondas orientadas en un solo plano. Los lentes polaroid se usan como filtros polarizadores de los rayos de luz, las pantallas de relojes digitales y calculadoras, que funcionan con cristales líquidos, utilizan luz polarizada, lo cual puede ser comprobado pasando un polaroide por delante de la pantalla y rotándolo.

La polarización permite proyectar películas en tercera dimensión para lo cual los espectadores utilizan espejuelos polarizadores. También se utilizan espejuelos polarizadores para evitar la reflexión de la luz, reflejada por ejemplo, en las carreteras cuando la luz reflejada puede ser muy molesta para los conductores.

Se puede determinar las tensiones a que están sometidos objetos de plástico o vidrio pasándolos entre dos polaroides, que se pueden tomar de los espejuelos. Si se pasa una regla plástica entre dos polaroides se observarán una serie de colores, que indica que la regla está sometida a esfuerzos de tensión o comprensión., y para objetos más grandes ésto puede indicar el lugar más probable de rotura, por lo cual los ingenieros utilizan esta técnica para comprobar la calidad de piezas de vidrio o plástico.