Experimento de la doble rendija de Young

En 1801, el físico inglés Thomas Young llevó a cabo un experimento que infirió fuertemente la naturaleza ondulatoria de la luz. Puesto que él creía que la luz estaba compuesta de ondas, Young dedujo que habría algún tipo de interacción si dos ondas de luz entraban en contacto. A través de este tutorial interactivo, se explora cómo interactúan las ondas de luz coherentes cuando pasan a través de dos rendijas muy juntas.

El tutorial inicia dando el ejemplo de los rayos del sol que pasan a través de una sola rendija de una pantalla para producir una luz coherente. Luego, esta misma luz es proyectada hacia otra pantalla que posee dos rendijas (o doble rendija), cuya acción es la de difractar nuevamente la iluminación incidente a medida que pasa. Los resultados de la interferencia entre los haces de luz difractados pueden visualizarse como distribuciones de intensidad de luz en una película oscura. El control deslizante etiquetado **Distancia entre rendijas** puede usarse para variar la distancia entre las rendijas y generar variaciones asociadas en los patrones de distribución de la intensidad de interferencia.

El experimento de Young se basó en la siguiente hipótesis: si la luz era de naturaleza ondulatoria, su comportamiento debía ser similar a la ondulación u ondas que se forman en un estanque de agua. Se centró en el encuentro de dos ondas opuestas en el agua y su reacción de manera específica hacia un reforzamiento o destrucción mutua. Es decir que si dos ondas se mantienen en la misma etapa (las crestas entran en contacto), estas se combinan y crean una onda más amplia. Al contrario, si dos ondas que no se encuentran en la misma etapa (la cresta de una no entra en contacto con la otra), estas se cancelan y se produce una superficie plana en dicha área.Para probar su hipótesis, Young ideó un ingenioso experimento: usar luz solar difractada a través de una pequeña rendija como fuente de iluminación coherente, y proyectar los rayos de luz que se emitían a partir de dicha rendija hacia otra pantalla dotada de dos rendijas, dispuestas una al lado de la otra. Después, dejó que la luz pasante a través de las rendijas cayera sobre un filtro. Young observó que a medida que el tamaño de las rendijas aumentaba, se les espaciaba más y disponía más cerca del filtro, dos parches de luz superpuestos se iban formando en el filtro. Sin embargo, cuando redujo el tamaño de las rendijas y se les dispuso más cerca, la luz que pasaba a través de las rendijas hacia el filtro produjo distintas bandas de color separadas por regiones oscuras en serie. Young acuñó el término **franjas de interferencia** para definir dichas bandas y se dio cuenta de que estas bandas de colores solo podían producirse si la luz actuaba como una onda.

La configuración básica del experimento de la doble rendija se ilustra en la Figura 1. La luz roja filtrada, que deriva de la luz solar, pasa primero a través de una rendija para lograr un estado coherente. Las ondas de luz que salen de la primera rendija se vuelven incidentes en un par de rendijas que han sido colocadas juntas en una segunda barrera. Para capturar los rayos de luz superpuestos que han pasado a través de las dos rendijas, se coloca una pantalla en la región posterior de dichas rendijas; un patrón de bandas de interferencia rojas brillantes y oscuras se hará visible en la pantalla. La clave de este tipo de experimento es la coherencia/uniformidad mutua entre las ondas de luz difractadas por las dos rendijas de la barrera. Si bien Young estableció esta coherencia a través de la difracción de la luz solar a partir de la primera rendija, cualquier fuente de luz coherente (p. ej., un láser) puede sustituir la luz que pasa a través de la rendija única.

El frente de onda coherente de la luz que impacta en las dos rendijas se divide en dos nuevos frentes de onda perfectamente sincronizados entre sí. Las ondas de luz, provenientes de cada una de las rendijas, deben propagarse hasta una distancia equivalente con el fin de llegar al punto **A** de la pantalla que se ilustra en la Figura 1; asimismo, deben llegar a ese punto conservando la consonancia o el mismo desfase. Puesto que las dos ondas que alcanzan el punto **A** poseen los requisitos necesarios para una interferencia constructiva, deben sumarse entre sí para producir una franja de interferencia roja brillante en dicha pantalla.

Por el contrario, como ninguno de los puntos **B** de la pantalla se encuentra equidistante a partir de las dos rendijas, la luz debe recorrer una distancia más amplia a partir de una de las rendijas para alcanzar el punto **B**. Es decir que la onda que se emite desde la rendija cercana al punto **B** (p. ej., la rendija y el punto **B** a la izquierda en la Figura 1) no tiene que recorrer mucho para alcanzar su destino a diferencia de la otra onda que se propaga a partir de la otra rendija. Por consiguiente, la onda proveniente de la rendija más cercana debe llegar al punto **B** un poco antes que la onda proveniente de la rendija más alejada. Ya que estas ondas no llegarán al punto **B** en fase (o al mismo tiempo), sufrirán una interferencia destructiva lo cual produce una región oscura (franja de interferencia en la pantalla). Los patrones de las franjas de interferencia no se limitan a experimentos con configuraciones de doble rendija, sino que pueden producirse a partir de cualquier evento que resulte de la división de la luz en ondas que se cancelan o se suman entre sí. Si bien el éxito del experimento de Young representa una sólida prueba a favor de la teoría ondulatoria, sus compañeros no lo aceptaron de inmediato en ese entonces. A pesar de que distintos eventos que se producen detrás de fenómenos, como el arco iris de colores observado en las burbujas de jabón y los anillos de Newton (explicados más adelante), han sido explicados basándose en este trabajo, en su época no fueron inmediatamente claros para aquellos científicos que creían firmemente en la propagación de la luz como corriente de partículas. También hay otros tipos de experimentos que fueron inventados y ejecutados posteriormente para demostrar la naturaleza ondulatoria de la luz y los efectos de la interferencia. Los experimentos más remarcables son el de un sólo espejo de Humphrey Lloyd y el de doble espejo y biprisma ingeniado por Augustin Fresnel para la luz polarizada en cristales uniaxiales y birrefractivos. Fresnel concluyó que la interferencia entre haces de luz polarizada solo puede obtenerse con haces que tengan la misma dirección de polarización. En efecto, las ondas de luz polarizada que presentan sus direcciones de vibración en una orientación paralela entre ellas mismas pueden combinarse para producir interferencia, mientras que las que son perpendiculares no interfieren.

**Referencia: Matthew Parry-Hill y Michael W. Davidson, Laboratorio Nacional de Alto Campo Magnético, 1800 East Paul Dirac Dr., Universidad del Estado de Florida, Tallahassee, Florida, 32310.**