

## Laboratorio 4: Interferencia y Difracción

### 1. Objetivo:

Estudio de los fenómenos de difracción e interferencia.

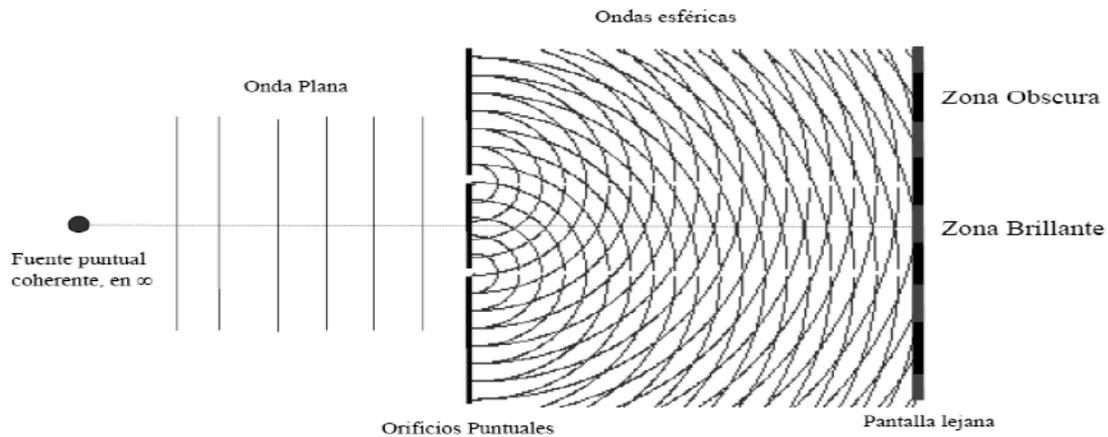
### 2. Conceptos básicos de teoría

Es posible observar en la Naturaleza innumerables ejemplos de sistemas físicos en donde se observa el fenómeno de interferencia (ondas de agua, ondas sonoras, ondas de luz, ondas electromagnéticas, etc.). Todos ellos, son manifestaciones de un fenómeno ondulatorio. Este fenómeno es utilizado en muchas aplicaciones técnicas, como ser en la medición precisa de longitudes (espesores), en la protección de anteojos, en la obtención de aviones “invisibles”, etc.

Hasta el siglo XVIII existían dos teorías, en pugna, sobre la naturaleza de la luz, la corpuscular, encabezada por Newton y la ondulatoria, propuesta por Huygens. En el año 1801 el físico y médico Thomas Young ideó un dispositivo que no tenía explicación en el campo de la óptica geométrica y desafiaba a la teoría corpuscular de Newton el cual permitió demostrar concluyentemente la naturaleza ondulatoria de la luz. Con un dispositivo como el de la figura 1, Young hizo pasar **luz monocromática** (plana) a través de dos pequeños orificios muy juntos. Cada orificio, se comportaba en forma ideal como una nueva **fuerza** de ondas “esféricas”, **coherentes** entre sí. Esto por supuesto es sólo una aproximación, ya que en realidad la onda emitida resulta más intensa en la dirección frontal, menos intensa hacia los costados y nula hacia atrás, la intensidad no es igual en todas las direcciones. Las ondas provenientes de cada orificio alcanzaban una pantalla produciendo un **patrón de zonas brillantes** (máximos de interferencia) y oscuras (mínimos de interferencia) que no podían unirse mediante una recta con el punto luminoso que las produce (teoría de sombras-óptica geométrica). Además puntos que aparecen iluminados sobre la pantalla cuando se cubre una de las dos rendijas del segundo diafragma, se tornan oscuros cuando los iluminamos con luz proveniente de las dos rendijas.

Según el **principio de Huygens-Fresnel** cada punto de un frente de ondas se comporta como un emisor de ondas esféricas. Un defecto importante de este principio es que, si cada emisor emite uniformemente en todas direcciones, además de generar una onda que viaja hacia adelante, genera una onda que viaja hacia atrás, hacia la fuente, la cual no se observa en la naturaleza. Este principio luego fue revisado por Kirchhoff para que concuerde con lo predicho por las leyes del electromagnetismo, propuso que la intensidad emitida no es la misma en todas las direcciones, es más intensa hacia adelante y nula hacia atrás.

Si una onda plana incide sobre un **orificio puntual** (abertura infinitesimal), resulta una buena aproximación apelar al principio de Huygens-Fresnel y suponer que **el punto** se comporta como una nueva **fuerza de ondas esféricas hacia adelante, siempre y cuando analicemos el fenómeno lejos del orificio** (ver figura 1). En el experimento propuesto por Young existen efectos originados en que el orificio no es puntual (**fenómeno de difracción**). El mismo combina fenómenos de interferencia y difracción. Estos pueden estudiarse por separado para una mejor comprensión.



**Figura 1.** Esquema del experimento de Young. Los orificios se comportan como una nueva fuente de ondas que interferirán formando un patrón de máximos y mínimos de intensidad.

Cuando se reproduce el experimento de Young utilizando una lámpara incandescente se debe recurrir a artificios para obtener o mejorar la coherencia de las fuentes luminosas. Por otra parte la divergencia de un haz luminoso se puede corregir colimándolo pero a costa de perder energía.

Finalmente, sabemos que el haz luminoso que emite este tipo de lámpara está constituido por varios colores o longitudes de onda. Desde el punto de vista de estudiar los fenómenos de interferencia y difracción que nos revela el experimento de Young, la falta de coherencia, la divergencia y la policromaticidad del haz de la lámpara de filamento incandescente constituyen desventajas. Estos inconvenientes se resuelven con la luz que provee un láser (ver apéndice para la explicación del funcionamiento). Dispositivos como el propuesto por Young suelen tener aplicación para determinar la longitud de onda, de una onda incidente, a partir de medir la ubicación de las franjas sobre la pantalla. En general a este tipo de dispositivos se los conoce con el nombre de Interferómetros.

La **difracción** es un fenómeno que se observa cuando se distorsiona una onda por un obstáculo cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda de aquella. Este fenómeno es una consecuencia de la naturaleza ondulatoria de la luz y puede analizarse mediante el empleo del principio de Huygens, considerando a que cada punto del frente de onda es una fuente o foco puntual. La difracción se origina en la interferencia de una fuente extendida, así la luz proveniente de una rendija iluminará regiones más allá de la "sombra" geométrica de la misma con intensidad dependiente de la distancia al centro de la rendija. En la difracción de Fraunhofer el patrón de difracción a una distancia lo suficientemente grande como para que se reciban únicamente rayos difractados paralelos.

En el apéndice adjunto se describen las expresiones que permiten localizar los máximos y mínimos de interferencia y de difracción así como las funciones que describen la intensidad de la luz sobre las pantallas.

### 3. Equipo e instrumental

#### Equipamiento requerido:

Banco Optico (OS-9103)  
Láser  
Transportador lineal (OS-9106 A)

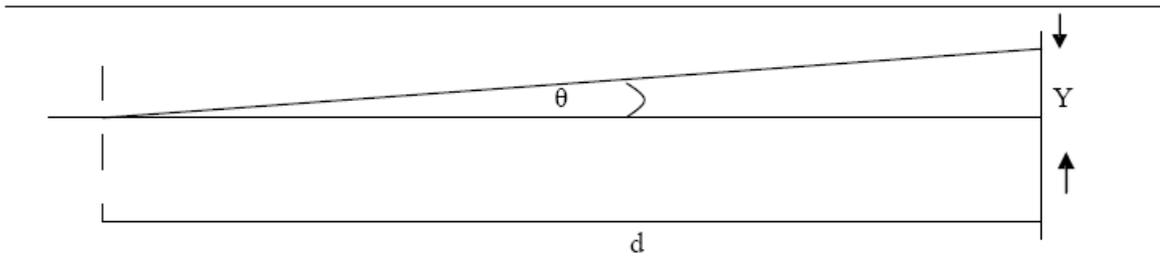
Rendija simple/doble  
(nº de rendijas; ancho; separación):  
9165 A-B 1; 0,04;  
9165 B-A 2; 0,04; 0,25  
9165 C-A 2; 0,04; 0,125  
9165 B-C 2; 0,08; 0,25

*Recuerde que no debe mirarse el láser de frente, ni en forma directa ni por reflexión en los espejos. En cambio se puede mirar la luz reflejada sobre una pantalla. ¿Por qué?*

### 4. Procedimiento

1. Coloque la rendija de ancho  $a=0.04$  mm en un portacomponetes a aproximadamente 27 cm del láser y la pantalla en el brazo del transportador lineal. Observe cómo se distribuye la luz sobre la pantalla descríballo. Realice un diagrama que indique (en lo posible usando la misma escala) las características cualitativas de las distribuciones de intensidad observadas.

2. Varíe el ancho de la rendija y estudie cómo se modifica la imagen de difracción. Observe como varía el ancho de la zona central de máxima intensidad cuando se agranda o achica el ancho de la rendija. Haga esquemas como el del punto 1 (en la misma escala) y complete la tabla (ver figura 2).



Complete el siguiente cuadro:

Ancho de la rendija (mm)	$\lambda/a$	$Y_{1er\ min}$ (mm)	$sen(\theta)$ 1er mín 1er mínimo	$Y_{2do\ min}$ (mm)	$sen(\theta)$ 2do mín	$Y_{2do\ min}$ (mm)	$sen(\theta)$ 3er mín

3. Observe los valores medidos de  $sen(\theta)$  para los mínimos siguientes. ¿Cómo puede generalizar la ecuación anterior para todos los mínimos?

$sen(\theta) =$

4. Reemplace la placa con las rendijas simples por la que contiene pares de rendijas e ilumine el par de ancho  $a=0.04$  mm y separación entre rendijas  $d=0.25$  mm. Observe como se distribuye la intensidad de la luz sobre la pantalla. Compare con lo observado para una rendija simple de ancho  $a=0.04$  mm. Haga un esquema.

5. Iluminar las rendijas de ancho 0.04 mm y separación 0.5 mm (observe que tienen el mismo ancho que las anteriores pero su separación es mayor. ¿Qué diferencia observa con el caso anterior? ¿Cuál es el efecto de aumentar la separación entre rendijas?.

6. Iluminar las rendijas de ancho 0.08 mm y separación 0.5 mm. Comparar el patrón obtenido con el caso de la rendija de ancho 0.04 y separación 0.5 mm. ¿Cual es el efecto de cambiar el ancho de las rendijas?

7. Prediga, teniendo en cuenta sus observaciones, cual sería el patrón de interferencia para el caso de dos rendijas de ancho 0.08 y separación 0.25 mm. Hacer un diagrama a escala.

<b>d (mm)</b>	<b>a (mm)</b>	<b>d/a</b>	<b>N° de zonas brillantes</b>

8. Complete la siguiente tabla y trate de encontrar una relación entre  $d/a$  y el número de franjas brillantes que se ve dentro del máximo central de difracción (considere la parte entera de  $d/a$ ).

9. De acuerdo a estos resultados y teniendo en cuenta la distribución de intensidades para una rendija, ¿cuál cree que será el patrón de interferencia puro (si no hubiera difracción) de la luz para dos fuentes de luz coherentes?.