

Proyecto Experimental:

Proyecto: Mediciones utilizando los fenómenos de Interferencia y difracción

Autor: Condorí, Lino Fabián, Ing. Electrónica,
lino02_1119@hotmail.com

1. Fundamentación teórica:

Alrededor del año 1800, Thomas Young realizó un experimento que produjo un fenómeno inexplicable en términos de la teoría "corpuscular" de la luz. Observó la imagen que producía la luz al pasar primero a través de una rendija y luego a través de dos rendijas muy cercanas entre sí, una paralela a la otra. De este modo Young observó una serie de áreas iluminadas y oscuras, y observó además que un cierto punto en la pantalla se iluminaba cuando una de las rendijas era tapada mientras que se convertía en un punto oscuro cuando ambas rendijas estaban descubiertas. En otras palabras observó que "luz + luz" a veces produce una zona iluminada y otras una zona oscura. Si la luz tuviese una naturaleza corpuscular, como sostenían la mayoría de los físicos de entonces, el fenómeno descubierto por Young no tendría una explicación acertada. A este fenómeno se lo conoce como interferencia de la luz.

Ahora, cuando la luz pasa por una abertura estrecha (de ancho similar a su longitud de onda), los haces no solo brillan mucho más allá de la sombra geométrica de la rendija, sino que también producen una serie de bandas alternadas de luz y de oscuridad parecidas a las franjas de interferencia a este fenómeno se le llama difracción. Mientras que las franjas de interferencia corroboran la naturaleza ondulatoria de la luz, el aspecto de los patrones de difracción exige que la luz viaje como ondas.

El principio de Babinet establece que una abertura y un obstáculo, de la misma forma geométrica y las mismas dimensiones e igualmente iluminados, producen el mismo patrón de difracción.

2. Objetivos del proyecto

- Medir el diámetro de un cabello humano.
- Medir la separación entre ranura de un CD y de un DVD.

3. Materiales

- Metro
- un cabello

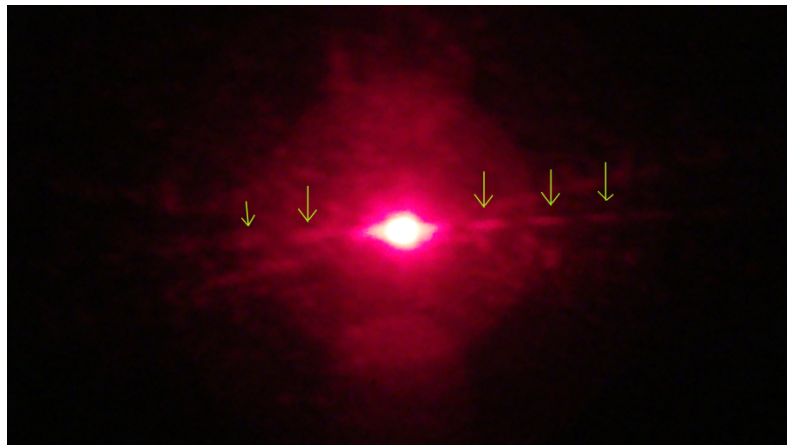


- hojas milimetradas
- lápiz
- reglas
- cinta de papel y scotch.
- Soportes de juguete.
- Un CD, un DVD,
- Laser (Longitud de onda: 630 680 nm; Potencia máxima: 1 mW; clase IIA).
- Cámara digital SONY DSC-W110 7,2 Mega pixeles

4. Experimento 1.

Para medir el ancho de un cabello humano se usa como sustento teórico el fenómeno de difracción, sumando el principio de Babinet.

Al laser le pusimos un cabello, tomamos 1 metro de distancia de la pared y medimos, los patrones de difracción, que se observan, hacemos esto 5 veces.



El procedimiento para la obtención de datos fue:

1. Se localizo el máximo central.
2. Anclamos un sistema referencia en el máximo central,
3. Luego se buscan el patrón de difracción, y se miden los máximos, aclaración los máximos que no se pudieron discernir se los ignoro. Los datos fueron volcados en esta tabla.

	DISTANCIA ENTRE MAXIMOS CONTIGUOS(mm)											
					PUNTO CENTRAL							
Primera medición						6	9	9	11	10		
Segunda medición			10	6		5	11	10	10	9	11	
Tercera medición		11	10	6		5	11	10	11	11	10	9
Cuarta medición			9	9		5	10	10	10	10	9	
Quinta medición	11	11	10	6		6	11	10	10	10	11	



Para obtener el mejor $\bar{Y}$ (solo por una notación llamamos $\bar{Y}$ a la diferencia entre máximos), calculamos el mejor valor de cada medición y compararlas entre ellas.

$$Y_1 = \frac{6 + 9 + 9 + 11 + 10}{5} = 9\text{mm}$$

$$\Delta Y_1 = e_{\min} + E$$

$e_{\min} = 1\text{mm}$, la apreciación de la regla

$$E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n(n-1)}} = 1\text{mm}$$

Se calcula de la misma manera los demás valores

$$\bar{Y}_2 = (9 \pm 2)\text{mm}$$

$$\bar{Y}_3 = (9 \pm 2)\text{mm}$$

$$\bar{Y}_4 = (9 \pm 2)\text{mm}$$

$$\bar{Y}_5 = (9 \pm 2)\text{mm}$$

(Nos dieron todas iguales).

Según la ecuación $Y = \frac{\lambda D}{a}$, despejamos a (diámetro) de $a = \frac{\lambda D}{Y}$

Se acota con: $\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta Y}{Y}$

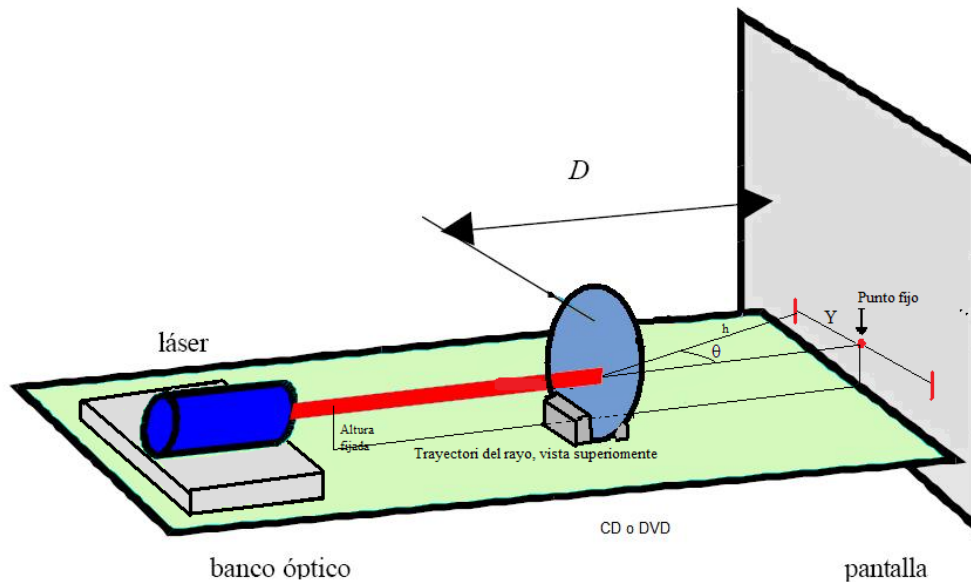
Y	$(9 \pm 2)\text{mm}$	Distancia de máximos.
D	$(1,000 \pm 0,001)\text{m}$	Distancia del cabello a la pantalla
λ	$(66 \pm 3) \times 10^{-8}\text{m}$	Longitud de onda del laser
a	$(7 \pm 2) \times 10^{-5}\text{m}$	Diámetro del cabello.

5. Experimento 2.

Antes de utilizar un DVD o un CD como rejilla de interferencia o difracción, se le tiene que sacar capa superior, para que el laser atraviese el CD/DVD sino, ocurre que rayo se refleja totalmente en CD/DVD dificultando la medición.



Uno de los problemas fue lograr que el rayo sea perpendicular al CD y la pantalla, se minimizo el problema poniendo un hoja de papel milimetrado, debajo del CD/DVD hasta la pantalla, de modo que cuando se lo observa al CD/ DVD desde arriba, está contenido en una línea del papel, y asegurando esa posición con un par de soportes delante y detrás del CD/DVD. Luego se fijo una altura de la mitad del CD/DVD se puso el laser encima de un libro y se fijo una trayectoria hacia la pantalla, de modo que la pantalla y el rayo sean perpendiculares, siguiendo la trayectoria del rayo una línea del papel milimetrado.



Para medir la separación entre ranuras de un CD o un DVD, se usa el fenómeno de interferencia.

Se dispuso el CD según muestra la figura adjunta.

Siendo D la distancia de la pantalla al CD, en este caso los dos son de 20cm.

Se usa la siguiente ecuación $d \sin \theta = n\lambda$ pero $\sin \theta = \frac{Y}{h}$, entonces, la ecuación a usar es:

$$d = \frac{\lambda h}{Y}$$

Y se acota con:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta Y}{Y}$$



Las mediciones obtenidas se volcaron en la siguiente tabla:

CD	$Y_i(cm)$	$Y_d(cm)$
Primera medición	9,7	9,7
Segunda medición	9,7	9,7
Tercera medición	9,8	9,7
Cuarta medición	9,7	9,6
Quinta medición	9,8	9,7
Resultado parcial.	9,74	9,68
Resultado TOTAL	9,7cm	

DVD	$Y_i(cm)$	$Y_d(cm)$
Primera medición	38,5	37,0
Segunda medición	38,0	38,0
Tercera medición	37,5	37,5
Cuarta medición	37,8	37,8
Quinta medición	37,5	37,2
Resultado parcial.	37,86	37,5
Resultado TOTAL	37,7cm	

$$\Delta Y = e_{\min} + E$$

$$E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}{n(n-1)}}$$

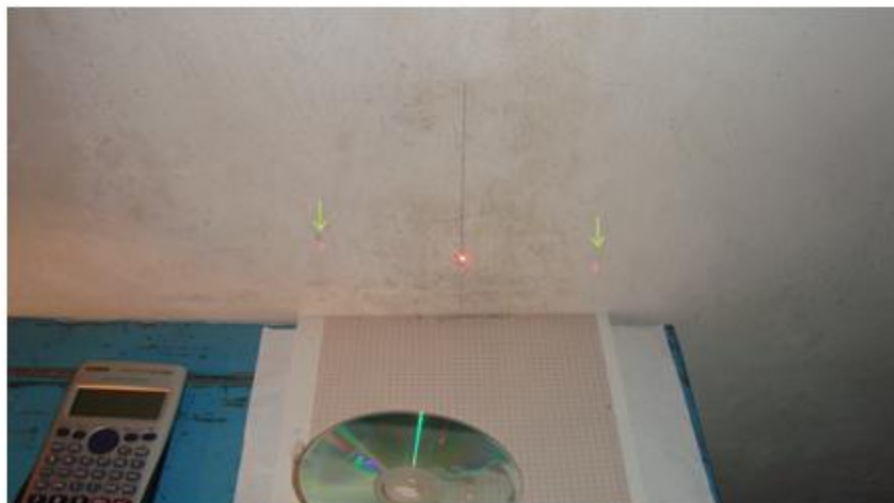
$$h^2 = D^2 + Y^2 \therefore \frac{2\Delta h}{h} = \frac{2\Delta D}{D} + \frac{2\Delta Y}{Y} \therefore \frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta Y}{Y}$$

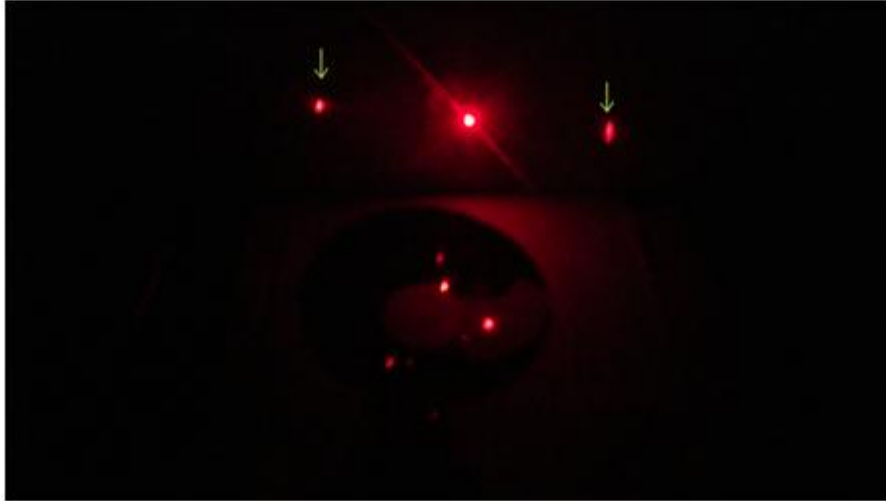
Luego de los cálculos:

CD	
Y	$(9,7 \pm 0,1)cm$
D	$(20,0 \pm 0,1)cm$
h	$(22,2 \pm 0,3)cm$
λ	$(66 \pm 3) \times 10^{-8}m$
d	$(1,5 \pm 0,1)\mu m$

DVD	
Y	$(37,7 \pm 0,2)cm$
D	$(20,0 \pm 0,1)cm$
h	$(42,6 \pm 0,4)cm$
λ	$(66 \pm 3) \times 10^{-8}m$
d	$(0,75 \pm 0,04)\mu m$

Imágenes de la interferencia y difracción en un CD





Imágenes de la interferencia y difracción en un DVD



6. Bibliografía y Referencias usadas.

- Física, vol. 2. RESNICK, HALLIDAY, KRANE.
- http://books.google.com.ar/books?id=rQ8VC8_pMyQC&pg=PA207&lpg=PA207&dq=principio+de+babinet&source=bl&ots=VIfaNnzsik&sig=efNkrTy9vAykT7GujFjLNL9shUk&hl=Pa-Asoy9HI6sswOo6NCACQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=9#v=onepage&q=&f=false Pagina 207
- Espacio de César - Windows Live.

Agradecimientos a: Matías Y Darío Alvarado por su tiempo y colaboración.