



Transmedia educativa VIAJEROS DE LAS LUZ

Cuadernillo 2



Agustin-Jean Fresnel, o para que sirven los faros....

"Todos los cumplidos recibidos de Arago, Laplace y Biot no me han causado tanto placer como el alcanzado al descubrir una verdad teórica o al confirmar un cálculo mediante la experiencia." Fresnel

Hijo de un Arquitecto, Fresnel (figura 1) nació en el año 1788, en Broglie y falleció en Ville d'Avray de tuberculosis, cerca de París, en 1827. Su aprendizaje fue lento, y todavía era incapaz de leer cuando contaba con ocho años de edad. A los trece años entró en la École Centrale de Caen, y a los dieciséis en la École Polytechnique, donde se graduó con honores. Desde entonces accedió a la École des Ponts et Chaussées. Fue ingeniero de varios departamentos hasta 1814, año en que perdió el cargo por haberse alistado en el pequeño ejército que trató de oponerse al regreso de Napoleón de la isla de Elba. Se retiró entonces a Caen, donde, partiendo de unos conocimientos casi rudimentarios, inició sus famosas investigaciones sobre la teoría de la luz.

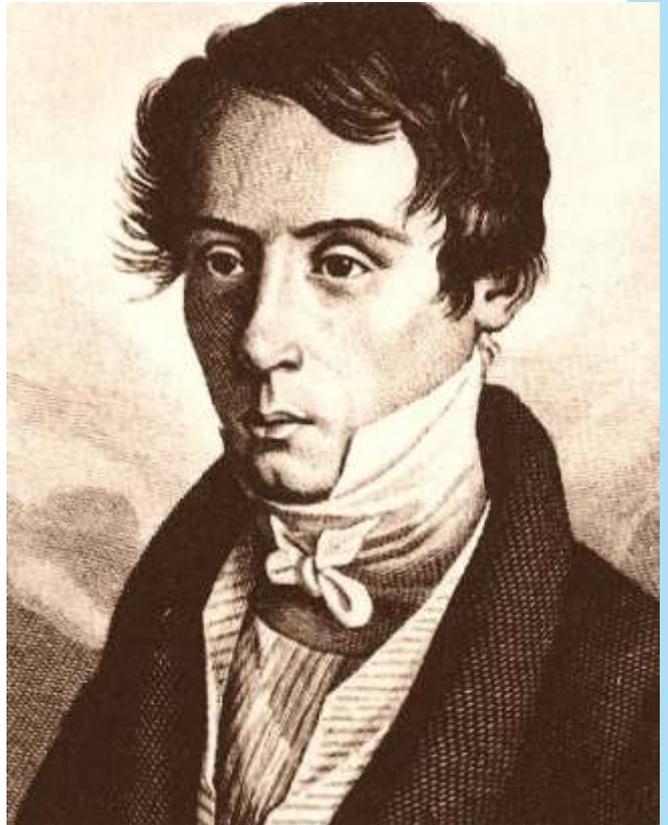


Figura 1. Agustin-Jean Fresnel

Sus investigaciones en Óptica, que continuaría hasta su muerte, parece que empezaron precisamente en 1814, cuando escribió el borrador de un ensayo sobre la aberración óptica que, sin embargo, no se publicaría. En 1818 escribió una memoria sobre la difracción por la cual se le otorgaría al año siguiente el premio de la Academia Francesa de Ciencias de París.

En la segunda restauración monárquica obtuvo un puesto como ingeniero en París, donde pasaría gran parte de su vida. En 1819 fue nombrado comisionado para los faros, para los que fue el primero en construir un tipo especial de lentes, llamados Lentes de Fresnel, que sustituirían a los espejos.

En 1823 fue nombrado unánimemente miembro de la academia y en 1825 pasó a ser miembro de la Royal Society de Londres, que en 1827, cuando se enfrentaba a la enfermedad que lo mataría, le premió con la Medalla Rumford. Sin embargo, sus trabajos en óptica recibieron durante su vida poco reconocimiento público, y algunos de sus trabajos no fueron publicados por la Academia de las Ciencias hasta mucho después de su muerte.

Principales aportes

- Sus descubrimientos y deducciones matemáticas, fundamentadas en el trabajo experimental de Thomas Young (que diseñó y condujo el experimento de la doble ranura), extendían el principio de Huygens a más fenómenos ópticos.
- Su empleo de dos espejos metálicos planos, que formaban entre sí un ángulo de casi 180° , le permitieron evitar los efectos de la difracción causados por las aperturas en experimento sobre la interferencia. Esto le permitió conjuntar la teoría de ondas con el fenómeno de la interferencia.
- Estudió las leyes de la interferencia de los rayos polarizados con François Arago. Obtuvo luz con polarización circular mediante cristales romboidales, conocidos como "Rombos de Fresnel", que tenían ángulos obtusos de 126° y agudos de 54° .
- Probablemente su invento más famoso es la denominada Lente de Fresnel, que se usó por primera vez en un faro bajo su administración y que hoy en día se encuentra en muchas aplicaciones.

Para fabricar este dispositivo, recortó una lente esférica y la redujo a una serie de anillos, que son prismas parabólicos concéntricos que recogen la luz dispersa y la concentran (figura 2). Se instaló por primera vez en 1827, en el faro de Chassiron, Isla de Oleron (Francia).

En la actualidad la lente de Fresnel se sigue utilizando; proporciona una luminosidad cuatro veces mayor que la de un reflector ordinario y reduce el tamaño y el peso de la lente.

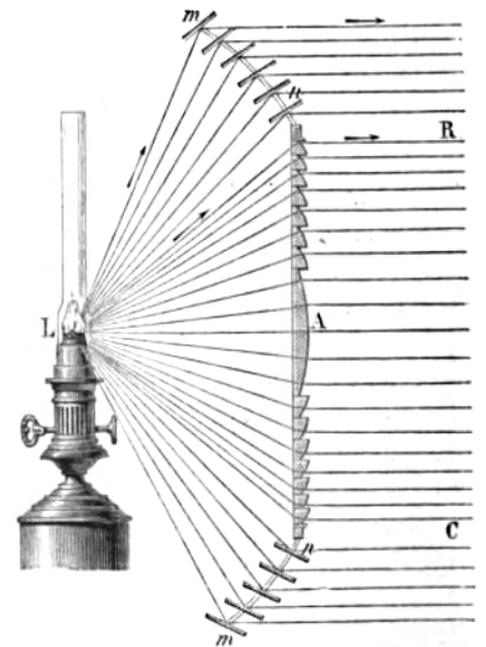


Figura 2. Lente de Fresnel: marcha de rayos



Figura 3. Iluminación: Fresnel

El Fresnel, es la fuente de luz más utilizada en los estudios cinematográficos, televisión y teatros (figura 3).

Estas lentes son también utilizadas en los retroproyectores (figura 4), en los automóviles, como cobertura de las luces y con el fin de aumentar la potencia de las mismas (figura 5).



Figura 4. Retroproyector con Fresnel.



Figura 5. Luminaria de automóvil con Fresnel.

Desde 1945, estas lentes se fabrican en material orgánico, llegando a tener menos de 1 milímetro de espesor. Son usadas, generalmente, como lupas (figura 6), a determinadas distancias del objeto pueden ser usadas para amplificar (un texto por ejemplo), del mismo modo que una lente convergente, pero si se encuentran a mayor distancia del objeto, se comportan también como una lupa (una lente biconvexa), produciendo una imagen invertida (figura 7).



Figura 6. Lente de Fresnel como lupa: objeto más cerca de la lente que el foco (real, derecho y de mayor tamaño).



Figura 7. Lente de Fresnel con Lupa: objeto más allá del foco de la lente (real, invertido, de menor tamaño).

En los faros marítimos, hoy día, se sigue utilizando la lente de Fresnel.

Actividad para el Aula

Efecto de las lentes - Óptica geométrica

El estudio de las imágenes, producidas por refracción o por reflexión de la luz se llama óptica geométrica. La óptica geométrica se ocupa de las trayectorias de los rayos luminosos, despreciando los efectos de la luz como movimiento ondulatorio, como las interferencias. Estos efectos se pueden despreciar cuando el tamaño la longitud de onda es muy pequeña en comparación de los objetos que la luz encuentra a su paso.

Para estudiar la posición de una imagen con respecto a un objeto se utilizan las siguientes definiciones:

- **Eje óptico.** Eje de abscisas perpendicular al plano refractor. El sentido positivo se toma a la derecha al plano refractor, que es el sentido de avance de la luz.
- **Espacio objeto.** Espacio que queda a la izquierda del dioptrio (un dioptrio es el sistema óptico formado por una sola superficie que separa dos medios de distinto índice de refracción.).
- **Espacio imagen.** Espacio que queda a la derecha del dioptrio.
- **Imagen real e imagen virtual.** A pesar del carácter ficticio de una imagen se dice que una imagen es real si está formada por dos rayos refractados convergentes. Una imagen real se debe observar en una pantalla. Se dice que es virtual si se toma por las prolongaciones de dos rayos refractados divergentes.

En esta actividad proponemos comparar la acción de una lente de Fresnel con la de una lente común, de vidrio.

Para llevara a cabo se requiere de:

- a) una lupa,
- b) una lente de Fresnel.

Como sabemos, la lupa esta hecha de vidrio o plástico y, en general es una lente biconvexa o plano convexa. Por simplicidad la consideraremos biconvexa. Estas lentes producen, de acuerdo con la posición de objeto, imágenes que pueden ser reales virtuales, mayores o menores, derechas o invertidas.

La lente de Fresnel, se comporta de la misma manera.

Si tenemos en cuenta una lente biconvexa, convergente, cada cara de la lente es una sección de esfera, que presentaría un centro. El foco de cada cara de la lente se encuentra a una distancia del vértice de la lente correspondiente a $C/2$ (entendiendo cada cara de una lente como la sección de una esfera de centro C). La lente deja pasar siempre la luz proveniente del objeto (sea ésta producida por él, como es el caso de las estrellas o de una lámpara o reflejada por el cuerpo), pero la formación de la imagen depende de la ubicación del objeto.

Según las leyes de la óptica geométrica, el Foco, es el lugar en donde se formaría la imagen de un objeto si el haz de luz llegara paralelo al eje de la lente. Si la luz llegara pasando por el foco, saldría de la lente de manera paralela al eje. Mientras que si el haz luminoso atravesara a la lente por el centro (rayo radial), lo haría sin desviarse (figura 8).

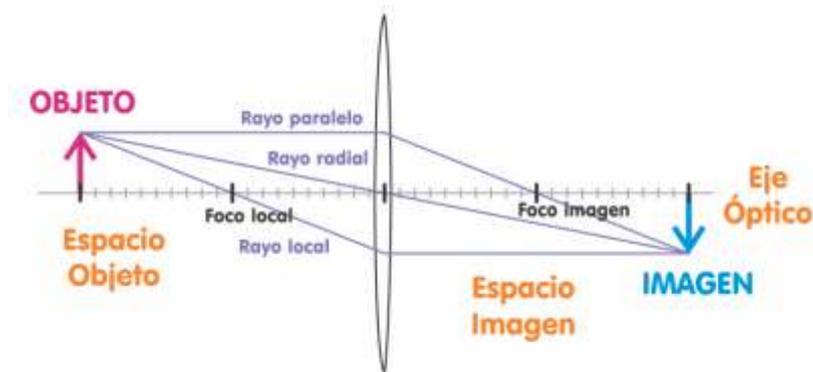
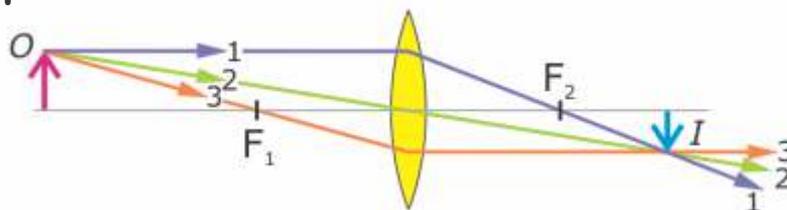


Figura 8. Óptica geométrica. Marcha de rayos.

Observemos qué sucede si cambiamos la posición del objeto, ubicándolo más lejos de la lente que el foco (figura 9), o más cerca de ella que el foco (figura 10).

a) El Objeto O está más lejos que el punto focal; la imagen I es real, invertida y menor que el objeto.



b) El Objeto O está más cerca del punto focal; la imagen I es real, invertida y más lejana.

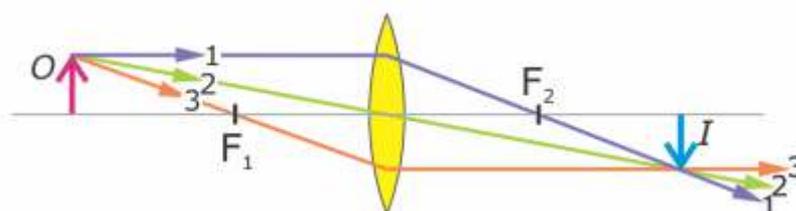


Figura 9. Objeto más alejado de la lente que el foco. a) Objeto muy alejado del punto Focal. b) Objeto más cerca del punto focal.

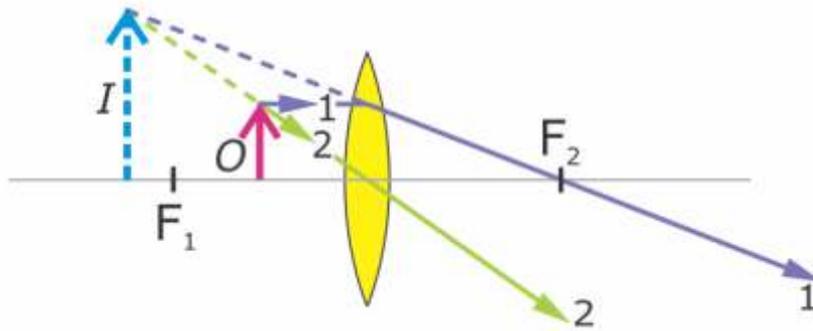


Fig 10. El Objeto esta más cerca de la lente que el foco. La imagen es virtual, derecha y más grande que el objeto.

Se observa que en el primer caso la imagen es real, invertida y, eventualmente, puede ser menor que el objeto (figura 9a). Un ejemplo de este caso es el cristalino del ojo humano: una lente biconvexa que produce imágenes reales en la retina, menores que el tamaño del objeto e invertidas.

En el segundo caso (un objeto más cercano a la lente que el foco), la imagen que se produce es derecha, virtual (no está en el espacio de la imagen, sino en el espacio del objeto) y es mayor (figura 10).

Probemos ahora con una lupa y con una lente de Fresnel.

Ubiquemos, por ej. un texto que deseemos aumentar para leer con comodidad. ¿Dónde debería estar la lupa, cerca o lejos del papel? ¿La posición de la lente de Fresnel, es la misma o es diferente respecto de una lupa tradicional?

Para poder aumentar el texto, la imagen debe ser derecha (si no sería muy difícil leer), y resulta que es virtual (no está en el espacio de la imagen, sino en el espacio del objeto) y por supuesto es mayor que el objeto, la imagen es aumentada, como deseábamos. El esquema de funcionamiento de una lupa, en el marco de la óptica geométrica se presenta en la figura 13.

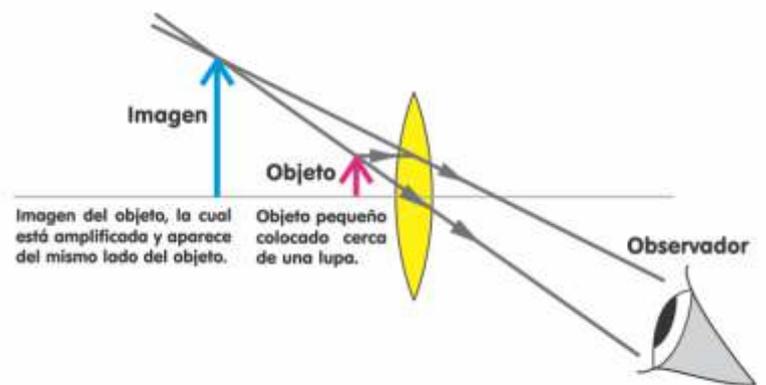


Figura 13. Esquema del funcionamiento de una lupa.

Alejemos ahora la lupa respecto del texto (esto hace que el objeto, el texto se ubique más lejos de la lente que su foco), ¿qué ocurre? ¿Ocurre lo mismo si procedemos de la misma manera con la lente de Fresnel?

En este caso veremos que el texto aparece invertido, de menor tamaño y real, en el espacio de la imagen.

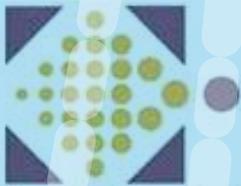
Tanto con una lupa como con la lente de Fresnel, obtenemos el mismo resultado.



PIERRE
AUGER
OBSERVATORIO



PLANETARIO
MALARGÜE



UNdeC

Universidad Nacional
de Chilecito



ITEDA



CONICET



UNSAM

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN