

Experiencia alternativa de formación de imágenes con lentes delgadas convergentes

Laura Valentina Bermudez Velasco

u20182173598@usco.edu.co

Naudy Esperanza Laguna Perdomo

naudyesperanzal@gmail.com

Resumen

Las lentes delgadas convergentes son un sistema óptico que forman imágenes por efecto de refracción entre tres medios ópticos, separados por pares mediante una interfaz curva. Estas imágenes se pueden analizar de manera cuantitativa mediante la fórmula Gaussiana para lentes delgadas, que relaciona la posición del objeto y la de la imagen con el foco que caracteriza la lente. Sabemos que estas lentes son muy utilizadas en varios dispositivos ópticos, tales como microscopios, telescopios, cámaras fotográficas, entre otros, los cuales han contribuido significativamente al avance científico de la humanidad y el desarrollo de la Óptica clásica como rama importante de la Física, así por su gran importancia, y por la falta de equipos de laboratorios que se presentan en algunas Instituciones Educativas Nacionales para llevar a cabo este importante experimento con ellas, entonces en esta contribución se pretende mostrar una experiencia alternativa sobre la formación de imágenes con lentes delgadas convergentes, que muestre la validez de la fórmula Gaussiana con la ubicación del objeto en posiciones referentes, tal que pueda servir como ayuda educativa para el docente en la enseñanza de la Óptica Geométrica y sus aplicaciones.

Palabras clave: Lentes delgadas convergentes, fórmula Gaussiana, refracción, Óptica Geométrica.

Alternative imaging experience with thin converging lenses

Abstract

Converging thin lenses are an optical system that form images by refraction effect between three optical media, separated in pairs by a curved interface. These images can be analyzed quantitatively by means of the Gaussian formula for thin lenses, which relates the position of the object and that of the image to the focus that characterizes the lens. We know that these lenses are widely used in several optical devices, such as microscopes, telescopes, cameras, among others, which have contributed significantly to the scientific advancement of mankind and the development of classical optics as an important branch of physics, so for its great

importance, and the lack of laboratory equipment that are present in some national educational institutions to carry out this important experiment with them, then in this contribution we intend to show an alternative experience on the formation of images with convergent thin lenses, which shows the validity of the Gaussian formula with the location of the object in reference positions, so that it can serve as an educational aid for the teacher in the teaching of Geometrical Optics and its applications.

Keywords: Convergent thin lenses, Gaussian formula, refraction, Geometrical Optics.

Experiência de imagem alternativa com lentes convergentes finas

Resumo

Uma lente fina convergente é um sistema óptico que forma imagens por refração entre três meios ópticos, separados em pares por uma interface curva. Estas imagens podem ser analisadas quantitativamente utilizando a fórmula Gaussiana para lentes finas, que relaciona a posição do objecto e da imagem com o foco que caracteriza a lente. Sabemos que estas lentes são amplamente utilizadas em vários dispositivos ópticos, tais como microscópios, telescópios, câmaras, entre outros, que contribuíram significativamente para o avanço científico da humanidade e para o desenvolvimento da óptica clássica como um ramo importante da física, assim pela sua grande importância, e pela falta de equipamento laboratorial que está presente em algumas instituições de ensino nacionais para levar a cabo esta importante experiência com elas, então nesta contribuição pretendemos mostrar uma experiência alternativa sobre a formação de imagens com lentes finas convergentes, que mostra a validade da fórmula gaussiana com a localização do objecto em posições de referência, de modo a que possa servir como uma ajuda pedagógica para o professor no ensino da Óptica Geométrica e suas aplicações..

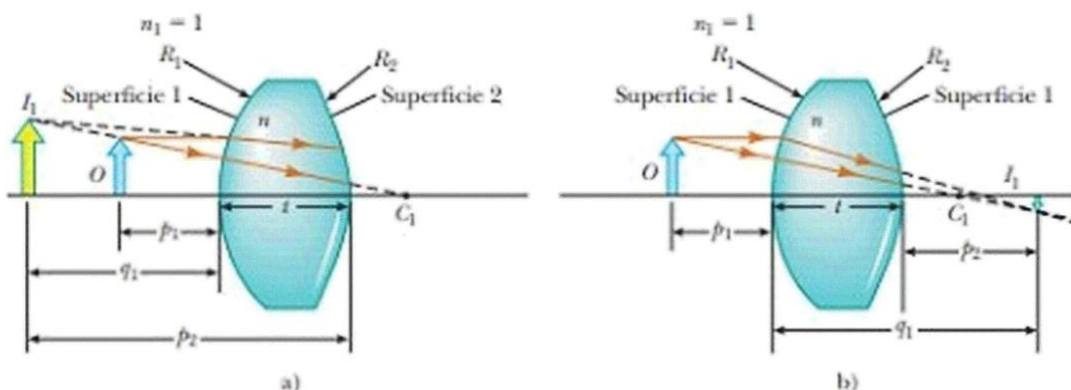
Palavras chave: lentes finas convergentes, fórmula Gaussiana, refração, Óptica Geométrica.

Introducción

Existen muchos ejemplos comunes de la refracción de la luz por una lente. Las lentes de nuestros ojos tienen como función enfocar la luz en la retina, mientras que las lentes correctoras de los anteojos o lentes de contacto compensan las deficiencias en nuestra visión, también tenemos que la lente de múltiples elementos como la de una cámara enfoquen la luz en la película (Resnick et al., 2002) Ahora bien, se sabe que existen diferentes situaciones de refracción que suceden con más de una superficie refringente, como es el caso para lentes delgadas, las cuales son dispositivos ópticos que cuentan con dos superficies refractivas lo suficientemente próximas entre sí, con el objetivo de que podamos despreocuparnos de la distancia entre ellas con respecto a sus radios de curvatura de cada superficie (el espesor de la lente); teniendo como función la formación de la imagen por una superficie refractora que sirve como el objeto para la segunda superficie (Tipler & Mosca, 2004), (Serway et al., 2004).

Figura 1

Formación de imágenes para una lente delgada en función de dos superficies (Serway et al., 2004).

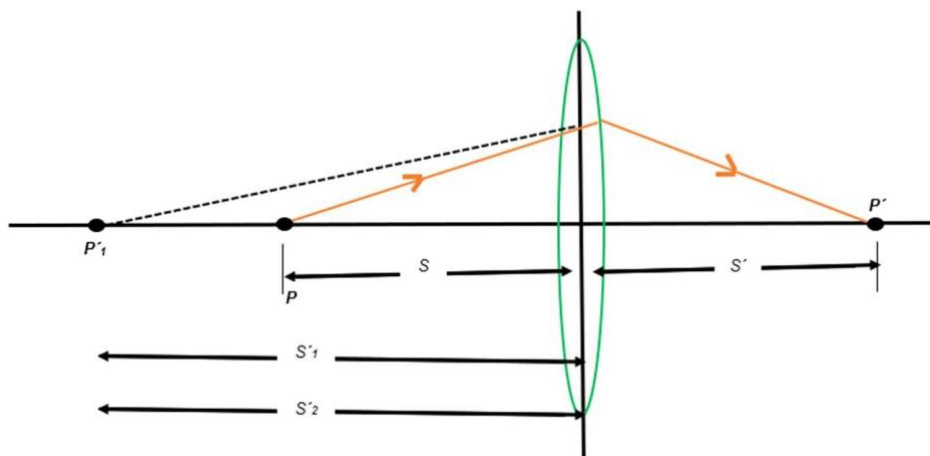


Teniendo en cuenta la figura 1, se considera la lente con un índice de refracción n y dos superficies esféricas con radios de curvatura r_1 y r_2 . Observé que r_1 es el radio de curvatura de la superficie de la lente que primero atraviesa la luz que proviene del objeto y que r_2 es el radio de curvatura de la otra superficie de la lente. Teniendo en cuenta lo anterior se coloca un objeto en el punto O a una distancia s_1 enfrente de la primera superficie, luego después de algunas consideraciones físicas y unos pocos pasos matemáticos se obtiene la ecuación que se presenta a continuación, la cual da cuenta de la formación de imágenes por efecto de refracción mediante una interfaz curva (Serway et al., 2004).

$$\frac{1}{s} + \frac{n}{s_1} = \frac{n-1}{r_1} \quad (1)$$

Figura 2

Refracción de imagen producida por dos superficies de la lente (Tipler & Mosca, 2004).



Esta imagen se puede formar en una de las dos opciones mostradas en la Fig.1. En la figura 2 se muestra que la distancia de la imagen s_1 para la primera superficie es negativa indicando un resultado con una imagen virtual a la izquierda de la superficie. Considere que la imagen dada por la primera superficie se convierte en objeto para la segunda superficie. Como la lente es de grosor despreciable, la distancia objeto es de valor igual a s_1 , pero como las distancias objeto delante de la superficie son positivas, mientras que las distancias imagen son negativas allí, la distancia objeto para la segunda superficie es $s_2 = -s'_1$. (si s'_1 fuese positivo, entonces tendríamos el caso de la Fig.1(b), indicando un objeto virtual para la segunda superficie).

Ahora, haciendo un razonamiento similar que el caso anterior, tenemos la Ec. (2) que da cuenta de la formación de imagen por efecto de refracción en la segunda interfaz con $n_1=n$, $n_2=1$ y $s=s-s_1'$, donde la distancia imagen para la segunda superficie es la distancia imagen final s' para la lente (Resnick et, al., 2002), (Serway et al., 2004).

$$\frac{n}{-s_1'} + \frac{1}{s'} = \frac{1-n}{r_2} \quad (2)$$

Para eliminar la distancia imagen correspondiente a la primera superficie s_1' , se suman miembro a miembros las Ec. (1) y Ec. (2), teniendo como resultado la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (3)$$

Donde la distancia focal f en espacio libre para la lente delgada, se define como la distancia imagen que corresponde a una distancia objeto infinita. Haciendo $s = \infty$ y escribiendo f en lugar de la distancia imagen s' , se tiene:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (4)$$

Ahora sustituyendo la Ec. (4) en la (3), obtenemos la Ec. (5) para lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (5)$$

En este sentido, lo anteriormente mencionado es parte fundamental de la teoría para comprender el funcionamiento adecuado del dispositivo. Por consiguiente, se evidencia la falta de práctica relacionada a la aplicación de la teoría, ya que esta práctica es esencial al momento de la comprensión de los diferentes ejes temáticos de la física, enfocándonos en la óptica geométrica, tomando en cuenta los diferentes resultados de los alumnos de estas áreas, los cuales no son favorables; encontrándose así la presencia de dificultades en la comprensión de los fenómenos ópticos, en especial en la óptica geométrica, entre las causas de dichas dificultades se encuentra, principalmente, la poca conceptualización de los términos de esta parte de la física y la dificultad de relacionar los conceptos con ejemplos habituales de nuestra vida.

En el presente artículo se busca favorecer y visibilizar el aprendizaje de esta área de conocimiento enfocado en la creación de un dispositivo a bajo costo, para la aplicación de la teoría de formación de imágenes con lentes delgadas convergentes determinada por experiencias prácticas en las Instituciones Educativas y Universidades de Colombia.

Aspectos Metodológicos

Durante el diagnóstico realizado para identificar las dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza de óptica geométrica en las instituciones educativas y con el objetivo de conocer las tendencias y propuestas que se han generado a nivel internacional, nacional y regional se analizaron investigaciones que se han adelantado en los diferentes contextos que evidencian la preocupación de los investigadores para atender los problemas que surgen durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y en el caso específico de la física, aspectos que coincide con las debilidades identificadas en la Universidad Surcolombiana y los diferentes colegios de la ciudad y que servirán como punto de partida para

identificar y diseñar una estrategia didáctica que mejore las problemáticas encontradas. Además, contribuye a demostrar un proceso de enseñanza en la asignatura de óptica geométrica más efectivo cuando se integran elementos teóricos y prácticos.

Para el contexto internacional se identificaron tres (3) antecedentes investigativos, estudiando problemáticas relacionadas con los procesos de enseñanza aprendizaje de la óptica en los diferentes niveles educativos y planteando alternativas de solución que favorecen la integración de la teoría y la práctica a través de un aprendizaje que le permite al estudiante descubrir lo que aprende y comprender desde la resolución de problemas en su entorno.

A nivel nacional se identificaron cuatro (4) investigaciones que analizaron los procesos de enseñanza-aprendizaje de la óptica, con el propósito de buscar estrategias que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes, las cuales son propuestas didácticas para la enseñanza de la formación con lentes delgadas mediante actividades experimentales apoyadas en las NTIC. Estudio de caso en la institución educativa La Paz, La Ceja del autor Botero, L. (2018) el segundo de los estudios es sobre la enseñanza de la física a partir de la óptica geométrica, ayudando a generar espacios en donde el estudiante pueda comprender los fenómenos de la visión este trabajo realizado por Ramirez, V. (2018), además de las guías experimentales realizadas por Arcos, H & et al. (2011) y por último, el trabajo realizado en la recontextualización de la reflexión y refracción desde la perspectiva newtoniana, que posibilite caracterizar una relación de constitución entre la física y la matemática y una reorganización conceptual centrada en la construcción de fenomenologías como lo plantea Aguilar, E & et al. (2013)

En el ámbito local, se identificaron tres (3) antecedentes que abordaron las problemáticas que se presentan en áreas de Ciencias Naturales, evidenciando la necesidad de analizar los procesos de enseñanza con el propósito de plantear estrategias innovadoras que permitan mejorar las actividades que se realicen como lo reflejo Cuadrado, M. (2015) en su trabajo sobre el aprendizaje del pensamiento aleatorio y sistema de datos por medio de actividades del contexto de los estudiantes. Por otro lado, Falla, D. (2019) caracteriza las actitudes de los estudiantes de diferentes instituciones educativas de Neiva hacia las ciencias naturales, finalizando esta revisión bibliográfica con Aranda, S. (2019) el cual estructura un módulo de guías de laboratorio con diferentes unidades de la Física.

El análisis de estas investigaciones nos permitió identificar la necesidad de crear un dispositivo de bajo costo que permitiera complementar la teoría con lo experimental del tema de: formación de imágenes con lentes delgadas convergentes, supliendo así las necesidades regionales y en un futuro poder desarrollarlo en cualquier parte del país. Siendo así que como futuras docentes podamos implementarlo sabiendo si los resultados del dispositivo son beneficiosos y acordes a los resultados teóricos.

La creación de este dispositivo tiene como finalidad dar una solución a tan alto índice de baja calidad del aprendizaje de las ciencias naturales con énfasis en la óptica geométrica, en donde se busca realizar un dispositivo a bajo costo, siendo un factor importante la variación de la manera de enseñar; por un lado tenemos la manera tradicional que pone la teoría en un plano superior dejando de lado la parte experimental de la física, este dispositivo ayuda a cambiar la manera tradicional y complementarla con experiencias significativas dentro de la enseñanza, como lo es una práctica de laboratorio con un dispositivo a bajo costo para la formación de imágenes con lentes delgadas convergentes.

Resultados

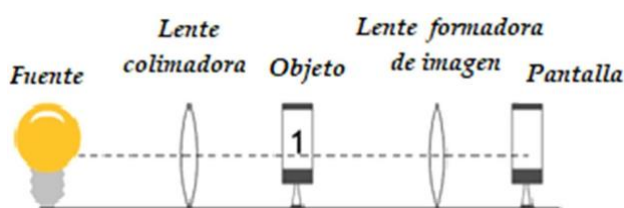
El arreglo experimental básico usado para la formación de imágenes por medio de la lente delgas convergentes de $f=18\text{cm}$ es como se indica en la figura 7, donde fijando la posición del objeto en varios puntos enfrente de la lente, con distancias mayores que f , se obtienen los resultados experimentales que se muestran en la tabla 1.

Figura 7

a) Montaje físico de bajo costo, y b) Arreglo esquemático de la experiencia trabando con una lente delgada de $f=18\text{ cm}$ y tamaño del objeto de $1,3\text{ cm}$.



a)



b)

Tabla 1

Resultados experimentales de la formación de imagen generada con una lente delgada de distancia focal 18cm , trabajando con un objeto en forma de uno con tamaño 13mm .

$d_o(\text{cm})$	$d_i(\text{cm})$	$h_i(\text{mm})$	Imagen		%Er
			Derecha	Invertida	
28	51	22		X	1,2
30	46	19		X	2,2
36	36	13		X	0
38	35	12		X	2,3
40	33	11		X	4

Donde d_o es la posición del objeto, d_i es la posición de la imagen y h_i tamaño de la imagen. Comparando los resultados experimentales mostrados en la tabla 1 con los resultados teóricos obtenidos de las ecuaciones para lentes delgadas, vemos que de acuerdo con el resultado de error relativo se puede asegurar que el dispositivo alternativo de bajo costo ($\$80.000$) para realizar la experiencia con lentes delgadas convergentes es adecuado y efectivo. Además, se puede observar según los resultados de la tabla 1, que cuando el objeto se ubica entre f y $2f$, entonces su imagen se encuentra ubicada entre $2f$ y el infinito, y que el tamaño de la imagen presenta un decrecimiento según las posiciones fijadas para el objetos elegido, tal como lo muestran los resultados avalados en la literatura científica.

Reflexión de la experiencia

Como futuras docentes en el área de ciencias naturales, nos es de gran importancia la creación de diferentes enfoques experimentales que apoyen en la sustentación de las diferentes unidades temáticas dentro del aula. Siendo así de gran importancia la creación de dispositivos alternativos que permitan generar un aprendizaje significativo.

Cómo impactos positivos de la investigación en desarrollo se esperan la implementación del dispositivo en diferentes colegios y universidades, ayudando al cambio en la manera de enseñanza tradicional, en donde las instituciones y en particular los docentes tomemos la iniciativa de realizar prácticas de laboratorio con materiales alternativos para la enseñanza, ya que su implementación es versátil; logrando su experiencia fuera o dentro de un laboratorio. Lo anterior mencionado, permite contextualizarnos a la realidad de las diferentes instituciones educativas del país con la falta de espacios para la experimentación de las unidades temáticas.

Así mismo incentivar que los jóvenes investigadores se motiven a realizar investigaciones en el campo de la Física Teórica y Aplicada, fortaleciendo el grupo de investigación en la línea de física experimental.

Una debilidad en la divulgación del dispositivo es la falta de apoyo estatal para la implementación de este en los diferentes espacios educativos.

Bibliografía

- Aranda, S. (2019). Módulo de guías en mecánica de fluidos, termodinámica, electromagnetismo y óptica para el laboratorio de física de la universidad Surcolombiana. (UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA)
- Arcos, H; Cruz, B; Holguín, C; Marín, W; Medina, H; Quiroga, J; Ramírez, R; Landázuri, H & Botero, Liliana. (2018). Propuesta didáctica para la enseñanza de la formación de imágenes con lentes delgadas mediante actividades experimentales apoyadas en las NTIC. Estudio de caso en la institución educativa La Paz, La Ceja. (UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MEDELLÍN)
- Cuadrado, M. (2015). El aprendizaje del pensamiento aleatorio y sistema de datos por medio de actividades del contexto de los estudiantes. (UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA). <https://repositoriousco.co/bitstream/123456789/1704/1/TH%20ME%200045.pdf>
- Falla, D. (2019). Actitud de los estudiantes hacia las ciencias naturales y su contribución al mejoramiento de los procesos de enseñanza/aprendizaje en las instituciones educativas de la ciudad de Neiva. (UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA)
- Ramírez Moyano, V. A. (2018). Defectos refractivos (miopía, hipermetropía y astigmatismo) desde la óptica geométrica, una experiencia de aprendizaje activo con un grupo de estudiantes del tópico de óptica física de la Universidad Pedagógica Nacional.
- Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (2002). Física, Volumen II. Editorial Continental.
- Rúa, E; Gómez, D; Salazar, A; & Mosquera, Y. (2013). A Propósito de la Óptica Newtoniana: Un Proceso de Recontextualización en la Enseñanza de la Física. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3514/1/AguilarYirsen_2013_OpticaNewtonianaEnsenanza.pdf
- Serway, R. A., Jewett, J. W., Moses, C. J., Solé, J. G., & Rechea, F. J. (2004). Física: 2. Thomson.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2004). Física para la ciencia y la tecnología. Vol. 2. Reverté.
- Zuluaga, R. . 2011. Guías de física experimental III. (UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA). <http://media.utp.edu.co/facultad-ciencias-basicas/archivos/contenidos-departamento-de-fisica/guiaslabiiiiingenierias2012.pdf>