



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA CON GEOGEBRA**

**Sergio Darío Barón Porras**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
MANIZALES – CALDAS  
2018

# PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA CON GEOGEBRA

**Sergio Darío Barón Porras**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al  
título de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

MSc. Spec. Edilberto Rojas Calderón  
Director Departamento de Física y Química  
Universidad Nacional de Colombia  
Sede Manizales

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
MANIZALES – CALDAS  
2018

*A mis padres.*

*A mis hermanos.*

*A mis abuelos.*

## **Agradecimientos**

A mi director de tesis Msc. Spec. Edilberto Rojas Calderón por su apoyo, y colaboración, a la Institución Educativa Gallardo por permitirme desarrollar la propuesta, a mis padres por creer en mí y alentarme a salir adelante.

## Tabla de contenido

LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABLAS.....	10
Introducción.....	11
Abstract .....	12
Justificación.....	13
1. Planteamiento del problema .....	14
1.1. Pregunta de investigación .....	14
2. Objetivos.....	15
2.1. Objetivo General.....	15
2.1.1. Objetivos específicos.....	15
3. Marco Teórico.....	16
3.1. Dualidad onda partícula.....	16
3.2. Óptica.....	16
3.2.1. Óptica geométrica.....	17
3.2.2. Reflexión de la Luz.....	18
3.2.2.1. Reflexión de la luz en espejos.....	19
3.2.2.2. Reflexión de la luz en superficies    esféricas.....	20
3.2.2.2.1.Construcción de imágenes en espejos cóncavos.....	22
3.2.2.2.2.Construcción de imágenes en espejos convexos .....	28
3.2.3. Refracción de la luz.....	30
3.2.3.1. Lentes .....	32
3.2.3.1.1.Lentes convergentes .....	32
3.2.3.1.2.Construcción de imágenes en lentes convergentes.....	33
3.2.3.1.3.Lentes divergentes .....	39
3.3. Constructivismo .....	43
3.4. Antecedentes.....	44

3.4.1. Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el GeoGebra .....	44
3.4.2. El GeoGebra en la enseñanza de la Óptica .....	44
3.4.3. Utilização do software Geogebra no ensino de óptica geométrica de lentes esféricas.....	45
3.4.4. O GeoGebra como ferramenta de apoio à aprendizagem significativa em óptica geométrica. ....	45
4. Metodología .....	46
4.1. Pretest .....	47
4.1.1. Análisis de los resultados del pretest .....	47
4.2. Desarrollo de la guía conceptual .....	52
4.3. Guías de laboratorio con GeoGebra.....	61
5. Análisis de resultados .....	72
6. CONCLUSIONES .....	77
7. Bibliografía.....	78
ANEXO A: Pretest y Post-test .....	79
ANEXO B: Test escala de Likert .....	80
ANEXO C: Evidencias de la intervención con los estudiantes .....	81

## LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1 Reflexión especular .....	18
Figura No. 2 Reflexión Difusa.....	18
Figura No.3 Reflexión de la luz en un espejo plano .....	19
Figura No. 4 Espejo cóncavo .....	20
Figura No. 5 Espejo convexo .....	21
Figura No. 6 Elementos de los espejos esféricos.....	21
Figura No. 7. Primer rayo en espejos cóncavos.....	23
Figura No. 8 Segundo rayo en espejos cóncavos .....	23
Figura No. 9 Tercer rayo en espejos cóncavos .....	24
Figura No. 10 Imagen formada en un espejo cóncavo .....	24
Figura No. 11 Cuando el objeto se encuentra entre el infinito y el centro de curvatura .....	25
Figura No. 12 Cuando el objeto se ubica en el centro de curvatura .....	26
Figura No. 13 Cuando el objeto se ubica entre el centro de curvatura y el foco ...	26
Figura No. 14 Cuando el objeto se ubica en el foco.....	27
Figura No. 15 cuando el objeto se ubica ente el foco y el vértice.....	27
Figura No. 16 Primer rayo en espejos convexos.....	28
Figura No. 17 Segundo raro en espejos convexos.....	29
Figura No. 18 Imagen formada en un espejo convexo .....	30
Figura No. 19 Elementos de la refracción .....	31
Figura No. 20 Diagrama de las lentes convergentes.....	33
Figura No. 21. Primer rayo en lentes convergentes .....	34
Figura No. 22 Segundo rayo en lentes convergentes .....	34
Figura No. 23 Tercer rayo en lentes convergentes .....	35
Figura No. 24 Imagen formada por una lente convergente .....	36
Figura No. 25 Cuando el objeto se encuentra entre el infinito y dos veces el foco	37
Figura No. 26 Cuando el objeto se ubica entre dosf y el foco .....	38
Figura No. 27 Cuando el objeto se ubica en el foco.....	38

Figura No. 28 Cuando el objeto se ubica entre el foco y el vértice.....	39
Figura No. 29 Esquema de una lente divergente .....	40
Figura No. 30 Primer rayo en una lente divergente .....	40
Figura No. 31 Segundo rayo en una lente divergente .....	41
Figura No. 32 Imagen formada por una lente divergente .....	41
Figura No. 33 Guía conceptual para lentes convergentes “objetivos” .....	52
Figura No. 34 Guía conceptual para lentes convergentes “Definición de las lentes” .....	53
Figura 35 No. Guía conceptual para lentes convergentes “Elementos de las lentes convergentes” .....	53
Figura No. 36 Guía conceptual para lentes convergentes “Actividad relacionada con los elementos de las lentes convergentes” .....	54
Figura No. 37 Guía conceptual para lentes convergentes “Construcción de imágenes en lentes convergentes rayo 1” .....	54
Figura No. 38 Guía conceptual para lentes convergentes “Construcción de imágenes en lentes convergentes rayo 2” .....	55
Figura No. 39 Guía conceptual para lentes convergentes “Construcción de imágenes en lentes convergentes rayo 3” .....	55
Figura No. 40 Guía conceptual para lentes convergentes “Imagen formada por una lente convergente” .....	56
Figura No. 41 Guía conceptual para lentes convergentes “Actividad” .....	56
Figura No. 42 Guía conceptual para lentes convergentes “Ecuaciones de las lentes” .....	57
Figura No. 43 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica entre el infinito y dos veces el foco” .....	57
Figura No. 44 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica entre dos veces el foco y el foco” .....	58
Figura No. 45 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica en el foco” .....	58
Figura No. 46 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica entre el foco y el vértice” .....	59
Figura No. 47 Guía conceptual para lentes convergentes “Posición, tamaño y características de la imagen” .....	59

Figura No. 48 Guía conceptual para lentes convergentes “actividad desarrollada”	60
Figura No. 49 Guía conceptual para lentes convergentes “Crucigrama sobre las características de las imágenes”	60
Imagen N°1. Recta sobre el eje x	62
Imagen N°2. Lente convergente	63
Imagen N°3. Foco en una lente convergente	63
Imagen N°4. Foco, Foco Prima y dos veces las distancias focales	64
Imagen N°5. Deslizador para el foco	65
Imagen N°6. Punto sobre eje óptico y recta perpendicular al eje óptico	66
Imagen N°7. Objeto y deslizadores para ubicación del objeto y tamaño del objeto	66
Imagen N°8. Valores Min y Max para el deslizador del Objeto	67
Imagen N°9. Primer rayo	68
Imagen N°10. Segundo rayo	69
Imagen N°11. Tercer rayo	70
Imagen N°12. Puntos para la construcción de la imagen	71
Imagen N°13. Formación de la imagen en una lente convergente	71

## LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1 Análisis de la pregunta 1 del pretest.....	47
Tabla No. 2 Análisis de la pregunta 2 del pretest.....	48
Tabla No. 3 Análisis de la pregunta 3 del pretest.....	49
Tabla No. 4 Análisis de la pregunta 4 del pretest.....	50
Tabla No. 5 Análisis de la pregunta 5 del pretest.....	51
Tabla No. 6 Análisis de la pregunta 6 del pretest.....	51
Tabla No. 7 Análisis de la pregunta 1 del post-test.....	72
Tabla No. 8 Análisis de la pregunta 2 del post-test.....	73
Tabla No. 9 Análisis de la pregunta 3 del post-test.....	73
Tabla No. 10 Análisis de la pregunta 4 del post-test.....	74
Tabla No. 11 Análisis de la pregunta 5 del post-test.....	74
Tabla No. 12 Análisis de la pregunta 6 del post-test.....	75
Tabla No. 13 Consolidado de las respuestas al test de Likert dado por los estudiantes.....	76

# Introducción

En el presente trabajo se plantea una propuesta didáctica para la enseñanza de la óptica geométrica con la herramienta GeoGebra, debido a la deficiencia en el material de laboratorio con el que cuenta la Institución educativa Gallardo.

Inicialmente se aplicó un pretest con el objetivo de evidenciar las falencias conceptuales de los estudiantes referente a la óptica geométrica. Con base en los resultados, se diseñaron 4 guías conceptuales para la construcción de imágenes en espejos esféricos (convexo y cóncavo) y lentes (convergente y divergente), de igual manera, se estructuraron 4 guías de laboratorio para ser trabajadas por los estudiantes. Con la ayuda de la herramienta GeoGebra los estudiantes realizaron la construcción de los diferentes espejos esféricos (convexo y cóncavo) y lentes (convergente y divergente), con el objetivo de analizar las características de las imágenes que se generan con cada uno de los espejos y lentes.

Al finalizar las 4 prácticas de laboratorio se aplicó un post-test el cual consistió en las mismas preguntas realizadas en el pretest para poder evidenciar que cambio tuvieron los estudiantes en sus preconceptos, finalmente para evaluar el impacto y la aceptación por parte de los estudiantes, se realizó el análisis mediante la escala Likert.

El uso de esta metodología permite que el estudiante interactúe con el software de manera amigable, variando los diferentes parámetros que se introducen para la formación de imágenes en espejos convexos, espejos cóncavos, lentes convergentes y lentes divergentes.

## Palabras claves

Espejos esféricos, lentes, convergente, divergente, GeoGebra, óptica geométrica, propuesta didáctica.

# **Abstract**

## **Educational proposal for the teaching of geometric perception with GeoGebra.**

In the present work, a didactic proposal for the teaching of geometric optics with the GeoGebra tool is proposed, due to the deficiency in the laboratory material of the Gallardo Educational Institution.

Initially, a pretest was applied in order to show the conceptual flaws of the students regarding the geometry optics, based on the results, 4 conceptual guides were designed for the construction of spherical mirrors (convex and concave) and lenses (convergent and divergent), in the same way, 4 laboratory guides were structured to be worked by the students. With the help of the GeoGebra tool the students made the construction of the different spherical mirrors (convex and concave) and lenses (convergent and divergent), with the aim of analyzing the characteristics of the images generated with each of the mirrors and glasses.

At the end of the 4 lab practices, a post-test was applied, which consisted of the same questions asked in the pretest to be able to show what change the students had in their preconceptions, finally to evaluate the impact and acceptance by the students, the analysis was carried out using the Likert scale.

The use of this methodology allows the student to interact with the software in a friendly way, varying the different parameters that are introduced for the formation of images in convex mirrors, concave mirrors, convergent lenses and divergent lenses.

### **Keywords**

Spherical mirrors, lenses, convergent, divergent, GeoGebra, geometric optics, didactic proposal.

## Justificación

La institución educativa Gallardo, ubicada en el municipio de Suaza, Huila, cuenta con Jornada Única, es de carácter rural atendiendo a 900 estudiantes de las diferentes veredas que conforman el centro poblado de Gallardo.

La institución no cuenta con planta física para un laboratorio de física, ni con materiales para poder realizar prácticas en el aula de clase, la institución cuenta con 40 equipos de cómputo y 180 tablets que fueron donadas por el MEN, por lo tanto, al observar las deficiencias en material, equipo y planta física y teniendo en cuenta el recurso tecnológico con el que dispone la institución, y los diferentes software que existen en la actualidad para el estudio y la simulación de diferentes fenómenos físicos, surge la inquietud y la curiosidad para poder crear prácticas de laboratorio enfocadas a la óptica geométrica utilizando como software mediador en la enseñanza-aprendizaje la herramienta GeoGebra, con lo cual se están aprovechando los recursos TIC y fomentando en los estudiantes las diferentes alternativas que existen para el estudio y aprendizaje de las ciencias.

# 1.Planteamiento del problema

La física es una ciencia que se fundamenta en el análisis teórico y experimental, la apropiación de conceptos y la actividad práctica; a partir de este precepto se construyen las nociones que permiten la apropiación del conocimiento específico, por lo tanto, la teoría y la practica en la enseñanza de la física constituyen una relación indisoluble donde el maestro debe asumirla para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Teniendo en cuenta lo anterior y con base en la información recolectada mediante la aplicación del pretest realizado a los estudiantes del grado 11 de la Institución Educativa Gallardo, se evidencian las falencias que se presenta en el aprendizaje significativo de los conocimientos relacionados con la óptica geométrica, esto sumado a la falta de los recursos necesarios para la realización de prácticas de laboratorio que permitan dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 1.1. Pregunta de investigación

¿Cómo el uso de la herramienta GeoGebra como herramienta didáctica dinamiza la apropiación de conceptos de óptica geometría en la enseñanza de la física del grado undécimo?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

- Fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la óptica geométrica mediante la implementación de la herramienta GeoGebra y el uso de guías didácticas.

#### **2.1.1. Objetivos específicos**

- Aplicar un pretest para identificar los vacíos conceptuales que presentan los estudiantes en relación con la óptica geométrica.
- Construir las guías didácticas con la herramienta Exelearning.
- Construir las prácticas de laboratorio para el análisis de los lentes y espejos con la ayuda de la herramienta GeoGebra.
- Analizar el impacto de los resultados obtenidos en la aplicación de las guías de laboratorio con la herramienta GeoGebra.

## **3.Marco Teórico.**

### **3.1. Dualidad onda partícula.**

Al revisar la física universitaria volumen 2 (Young – Roger, 2009, p. 1121-1122) se encuentra que, hasta la época de Isaac Newton (1642-1727), la mayoría de científicos consideraban la luz como corriente de partículas llamadas corpúsculos las cuales eran emitidas por las diferentes fuentes luminosas; alrededor de 1665 los científicos empezaron a descubrir la naturaleza ondulatoria de la luz, pero solo hasta 1873 cuando Maxwell predijo la existencia de ondas electromagnéticas y con el trabajo experimental de Hertz iniciado en 1887 fue como se logró demostrar en forma concluyente la naturaleza ondulatoria de la luz. Aunque ambas posturas parecían contradecirse, fue hasta 1930 con el desarrollo de la electrodinámica cuántica que se logró conciliar ambas contradicciones.

Es así como la luz se comporta como partícula al interactuar con la materia, pero debido a su naturaleza se comporta como onda electromagnética cuando se propaga.

### **3.2. Óptica.**

La óptica es la rama de la Física constituida por leyes, teorías y modelos para describir, explicar y predecir el comportamiento de la luz, y su interacción con la materia a través de la óptica física, la óptica cuántica y la óptica geométrica.

### 3.2.1. Óptica geométrica.

Cuando la luz interactúa con la materia a una escala macroscópica se puede representar su comportamiento a través de un modelo geométrico de rayos, conocido como óptica geométrica. Ésta toma como referencia el concepto de rayo luminoso (corpúsculos) para caracterizar la trayectoria rectilínea de la luz; y el índice de refracción que permite describir el medio por el cual se propaga la luz como se menciona en física para ciencias e ingeniería (2009).

Teniendo en cuenta la definición anterior y como se plantea en la física para ciencias e ingeniería (2009), dentro de la óptica geométrica se plantean los siguientes postulados:

- La luz se propaga en forma de rayos, que son emitidos por una fuente luminosa, que pueden ser detectados por un sensor óptico.
- Todo medio óptico se caracteriza por una cantidad denominada índice de refracción<sup>1</sup> ( $n = c/v$ ), el cual mide la densidad óptica del material, entendiéndose que la densidad óptica es el conjunto de características que tiene como consecuencia la desviación y la variación de la velocidad de la luz que viaje en, o a través de ellos. El índice de refracción es la relación existente entre la velocidad de la luz en el material ( $v$ ) y la velocidad de la luz en el vacío ( $c = 300000 \text{ km/s}$ ).
- Se denomina camino óptico  $L$ , a la trayectoria que sigue la luz atravesando diferentes materiales, para ir de un punto a otro, este depende del índice de refracción ( $n$ ) del material y de la distancia recorrida por la luz en dicho material ( $s$ ) y matemáticamente se expresa como  $L = ns^2$  donde  $s$  es la distancia recorrida por la luz en el medio con índice  $n$  de refracción

---

<sup>1</sup> Ecuación índice de refracción.

<sup>2</sup> Ecuación del camino óptico

### 3.2.2. Reflexión de la Luz.

En la física conceptual de Hewitt (2004), la reflexión de la luz consiste en el cambio de dirección (mas no de medio) que experimenta la luz cuando interactúa con una superficie. Al existir superficies regulares y no regulares, se presentan dos tipos de reflexión:

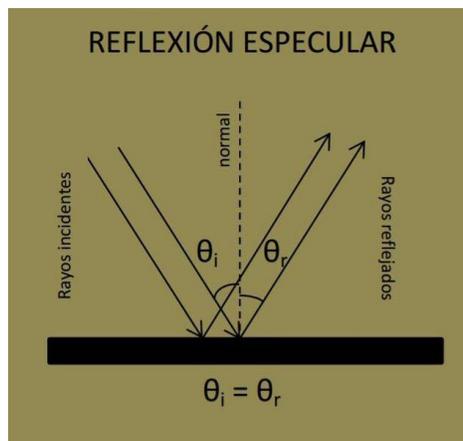


Figura No. 1 Reflexión especular

Fuente: [commons.wikimedia.org/wiki/File:Reflexión\\_especular.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reflexión_especular.jpg)

- Se considera una reflexión especular cuando la luz es reflejada por una superficie perfectamente plana y lisa como se observa en la figura No. 1,

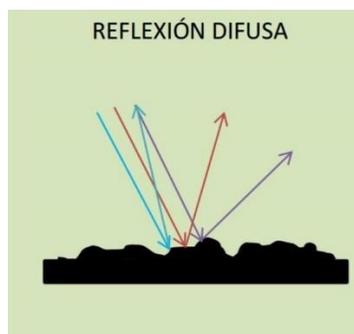


Figura No. 2 Reflexión Difusa

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reflexión\\_difusa.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Reflexión_difusa.jpg)

- Se considera una reflexión difusa cuando la luz es reflejada por una superficie que presenta rugosidades en su superficie ya sea a nivel macro o microscópico como se observa en la figura No. 2.

### 3.2.2.1. Reflexión de la luz en espejos

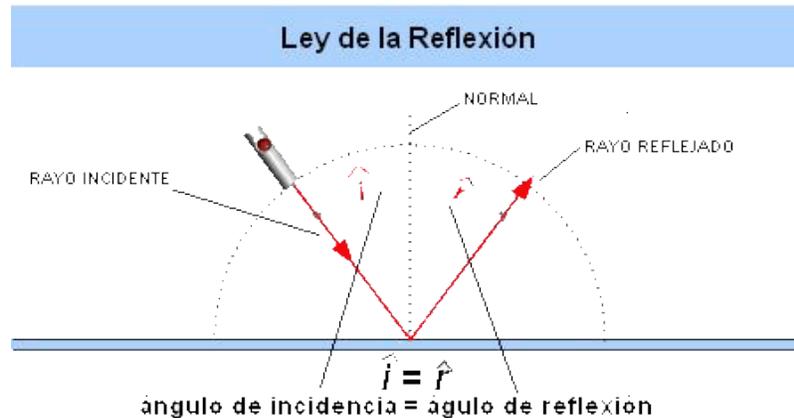


Figura No.3 Reflexión de la luz en un espejo plano

Fuente: [www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html](http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html)

La ley de la reflexión como se aprecia en la figura No. 3, se representa con rayos de luz, donde el un rayo incidente llega a la superficie del espejo con un ángulo de incidencia ( $\theta_i$ ) con respecto a la normal<sup>3</sup> y debido a la reflexión especular el rayo incidente es reflejado formando un ángulo de reflexión ( $\theta_r$ ) con respecto a la normal. Tanto los rayos, incidente y reflejado como la normal se encuentran en el mismo plano, como se ilustra en la física conceptual (2004, p.534).

La principal característica de las superficies planas es su radio de curvatura infinito, los rayos de luz que inciden en un espejo plano

<sup>3</sup> Línea perpendicular a la superficie plana con vértice en el punto de incidencia del rayo

provenientes de un objeto, al ser reflejados no se cortan, por tal motivo se debe realizar una prolongación geométrica, formando imágenes virtuales<sup>4</sup> las cuales se encuentran invertidas de izquierda a derecha.

### 3.2.2.2. Reflexión de la luz en superficies esféricas

Los espejos esféricos corresponden a casquetes de superficies esféricas regularmente reflectoras. Dependiendo la cara del casquete por la cual incida la luz, el espejo puede ser cóncavo o convexo como se menciona en la física universitaria volumen 2 (Young – Roger, 2009, p. 1161)

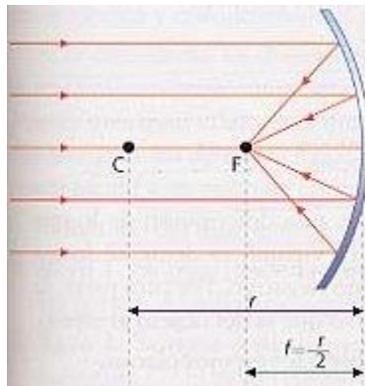


Figura No. 4 Espejo cóncavo

Fuente: [https://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap15\\_optica\\_geometrica.php](https://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap15_optica_geometrica.php)

En un espejo cóncavo la superficie reflectora es la parte interna del casquete esférico, donde los rayos de luz inciden y son dirigidos a un punto llamado foco, como se observa en la figura No. 4.

<sup>4</sup> Se genera en la parte posterior del espejo.

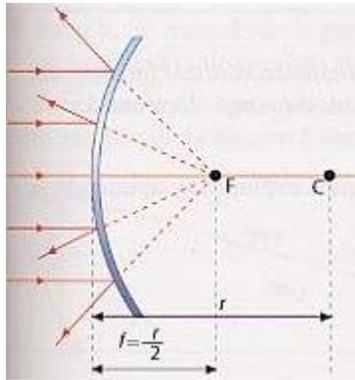


Figura No. 5 Espejo convexo

Fuente: [https://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap15\\_optica\\_geometrica.php](https://www.fisicanet.com.ar/fisica/ondas/ap15_optica_geometrica.php)

En los espejos convexos la parte reflectora es la superficie exterior del casquete esférico, donde los rayos de luz inciden y son reflejados como si sus proyecciones tuvieran como fuente el foco prima que se encuentra al lado opuesto de la superficie reflectora, como se observa en la figura No.5.

La física universitaria volumen 2 (Young – Roger, 2009, p. 1163) define los siguientes elementos en los espejos esféricos, como se observan en la figura No. 6.

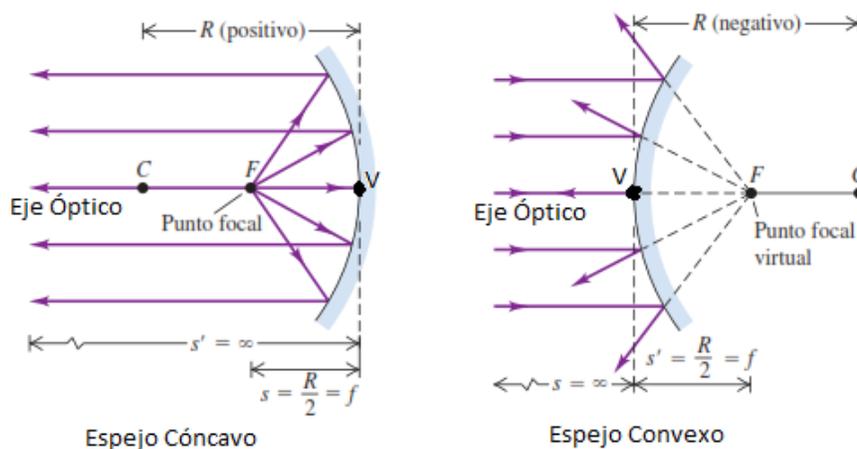


Figura No. 6 Elementos de los espejos esféricos.

Fuente: [fisica11bjm.blogspot.com.co/2011/11/ley-de-la-reflexion-debido-al.html](http://fisica11bjm.blogspot.com.co/2011/11/ley-de-la-reflexion-debido-al.html)

**Radio de curvatura,  $R$** , que es el radio de la esfera a la cual pertenece el casquete.

**Centro de curvatura,  $C$** , punto central de la esfera que se encuentra sobre el eje óptico a una distancia  $R$ .

**Vértice,  $V$** , es el centro topográfico del casquete esférico.

**Eje óptico** es la línea recta que pasa por el centro de curvatura y el vértice.

**Foco,  $F$** , del espejo es el punto medio entre el centro de curvatura y el vértice. A la distancia entre el foco y el vértice del espejo se le conoce como distancia focal ( $f$ ), así que:  $f = R/2$

### **3.2.2.2.1. Construcción de imágenes en espejos cóncavos.**

En la física para ciencias e ingeniería (Serway, 2002, p.1143) se define la construcción de imágenes en espejos cóncavos a partir de tres rayos notables, de igual manera se definen las características de las imágenes.

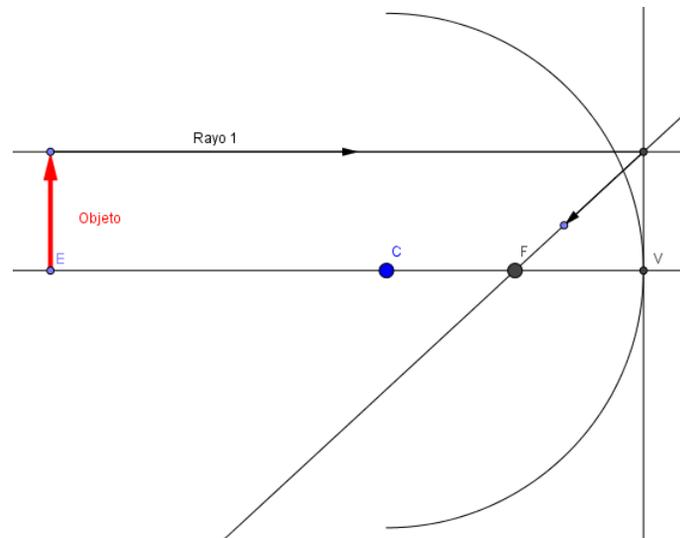


Figura No. 7. Primer rayo en espejos cóncavos  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Primer rayo**, que pasa por la parte superior del objeto y se desplaza paralelo al eje óptico de la lente, el cual incide sobre el espejo y al reflejarse para por el foco, como se observa en la figura No. 7.

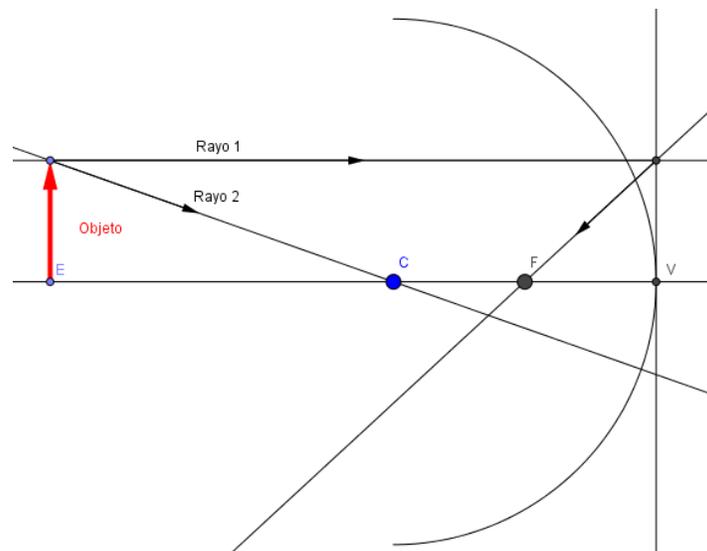


Figura No. 8 Segundo rayo en espejos cóncavos  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Segundo rayo**, sale de la parte superior del objeto y pasa por el centro de curvatura, como se observa en la figura No. 8.

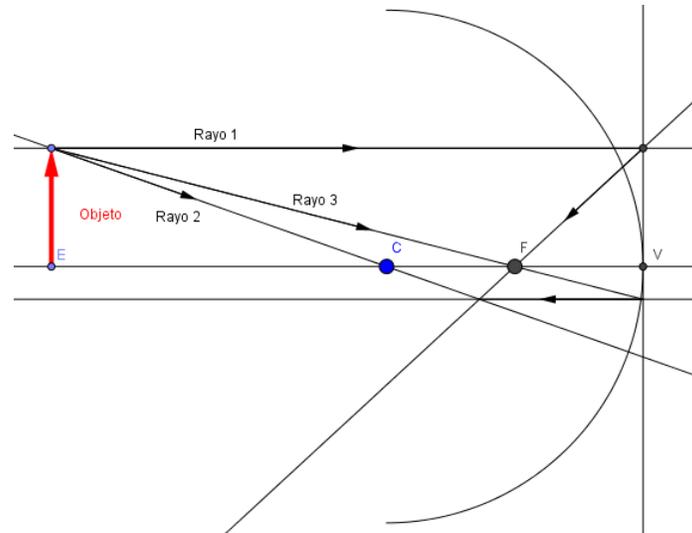


Figura No. 9 Tercer rayo en espejos cóncavos  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Tercer rayo** que pasa por la parte superior del objeto y el foco incidiendo en el espejo y reflejándose de forma paralela al eje óptico, como se observa en la figura No. 9.

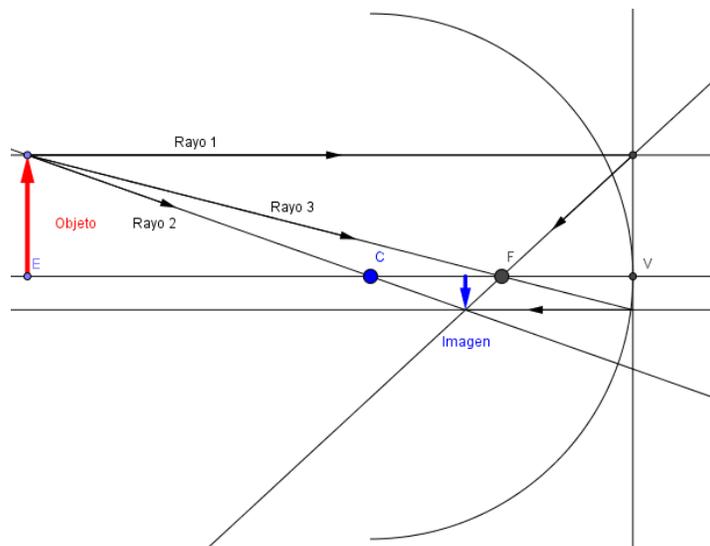


Figura No. 10 Imagen formada en un espejo cóncavo  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- Finalmente, en la parte izquierda del espejo donde se cruzan los tres rayos, es donde se forma la imagen, como se observa en la figura No. 10.

A continuación, se presentan las características de las imágenes formadas en los espejos cóncavos dependiendo su ubicación sobre el eje óptico.

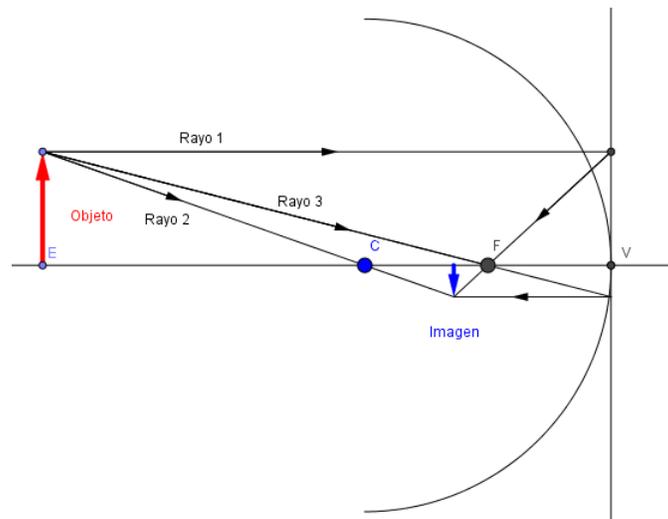


Figura No. 11 Cuando el objeto se encuentra entre el infinito y el centro de curvatura

Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica en cualquier punto entre el infinito y el centro de curvatura, la imagen que se forma es real por que se encuentra en el mismo lado de la cara reflejante del espejo, de menor tamaño comparado con el objeto y se encuentra invertida, como se observa en la figura No. 11.

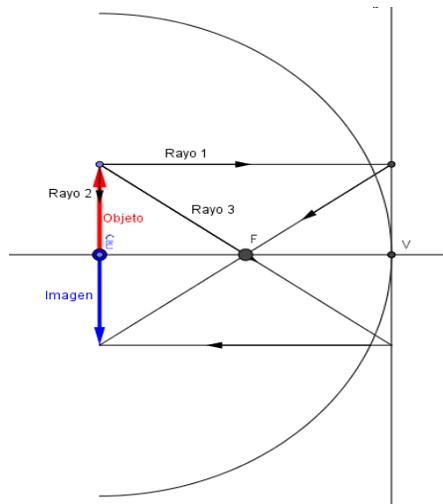


Figura No. 12 Cuando el objeto se ubica en el centro de curvatura

Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica sobre el centro de curvatura, la imagen que se forma es real por que se encuentra en el mismo lado de la cara reflejante del espejo, de igual tamaño comparado con el objeto y se encuentra invertida, como se observa en la figura No. 12.

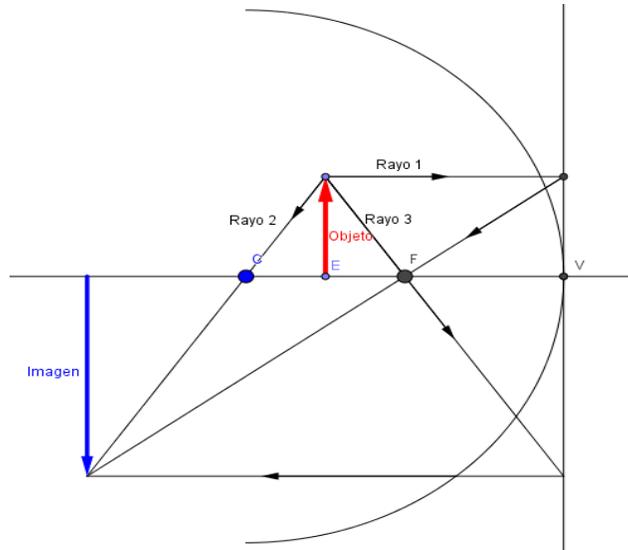


Figura No. 13 Cuando el objeto se ubica entre el centro de curvatura y el foco

Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica entre el centro de curvatura y el foco, la imagen que se forma es real por que se encuentra en el mismo lado de la cara reflejante del espejo, de mayor tamaño

comparado con el objeto y se encuentra invertida, como se observa en la figura No. 13.

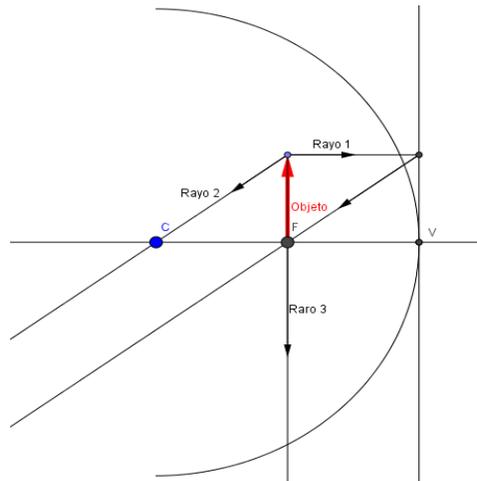


Figura No. 14 Cuando el objeto se ubica en el foco  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica en el foco, no se genera imagen, ya que los tres rayos notables no se intersectan, como se observa en la figura No. 14.

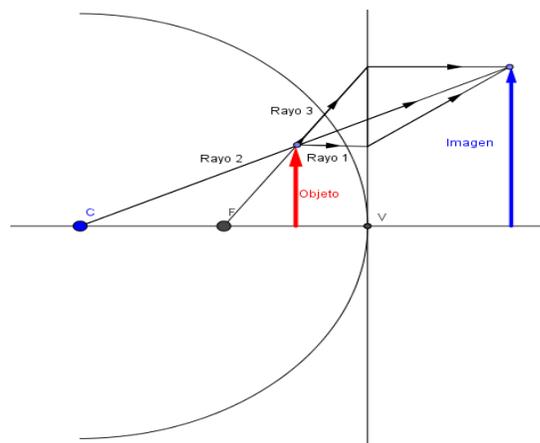


Figura No. 15 cuando el objeto se ubica ente el foco y el vértice  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica entre el foco y el vértice, la imagen que se forma es virtual por que se encuentra detrás del lado de la cara reflejante del espejo, de mayor tamaño comparado con el objeto y se encuentra derecha, como se observa en la figura No. 15.

### 3.2.2.2.2. Construcción de imágenes en espejos convexos.

En la física para ciencias e ingeniería (Serway, 2002, p.1146) se define la construcción de imágenes en espejos convexos a partir de tres rayos notables, de igual manera se definen las características de las imágenes, planteando 2 rayos notables.

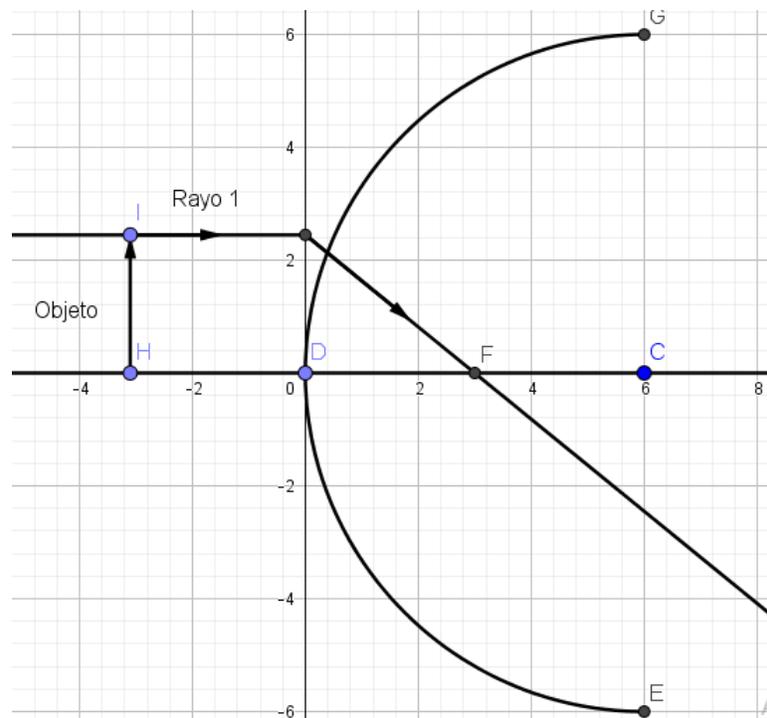


Figura No. 16 Primer rayo en espejos convexos

Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Primer rayo** que pasa por la parte superior del objeto y se desplaza paralelo al eje óptico de la lente, el cual incide sobre el espejo y al reflejarse su proyección pasa por el foco del espejo, como se observa en la figura No. 16.

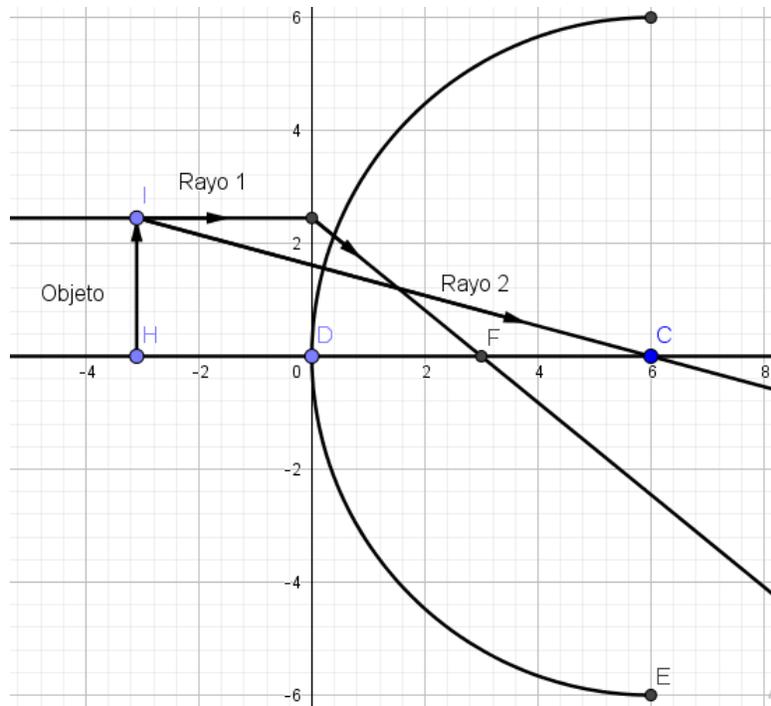


Figura No. 17 Segundo rayo en espejos convexos

Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Segundo rayo** se traza como si viniera del centro de curvatura y se refleja hasta el objeto, como se observa en la figura No. 17.

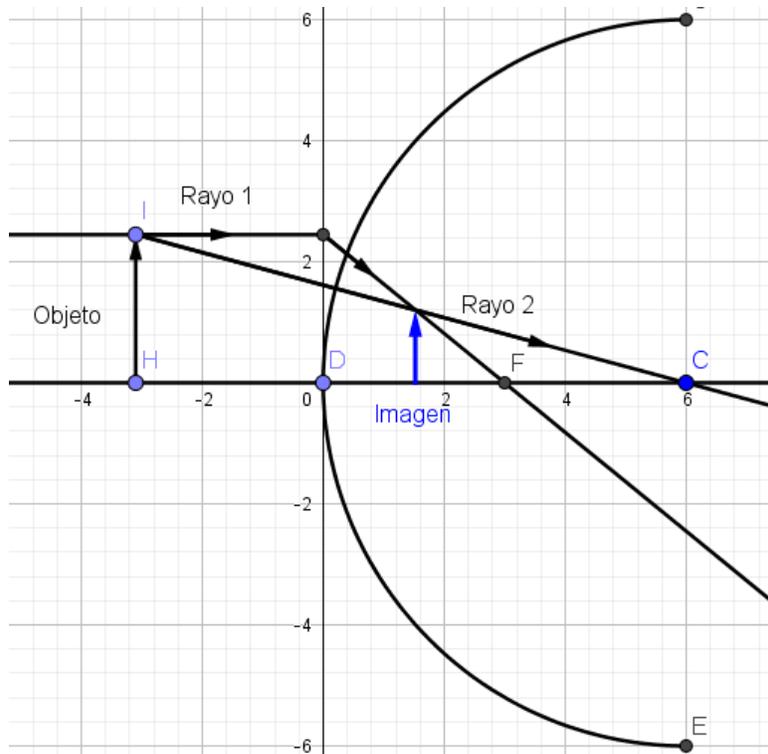


Figura No. 18 Imagen formada en un espejo convexo  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- Finalmente, en la parte opuesta de la superficie reflejante del espejo donde se cruzan los dos rayos, es donde se forma la imagen, como se observa en la figura No 18.

En los espejos convexos sin importar la ubicación del objeto, las imágenes siempre van a ser virtuales ya que se ubican en la parte posterior a la cara reflejante del espejo, de menor tamaño comparada con el objeto y se encuentra derecha, como se observa en la figura No. 18

### 3.2.3. Refracción de la luz

En la física para ciencias e ingenieros (Serway 2002, p.1113-1116) se define la refracción como un haz de luz que al momento de llegar a la frontera entre dos medios, una parte de él se refleja y la otra parte se transmite. La característica más llamativa de este haz de luz que es transmitido al otro lado de la superficie de la frontera es que

no conserva la misma dirección que el haz de luz incidente. Este fenómeno se denomina refracción.

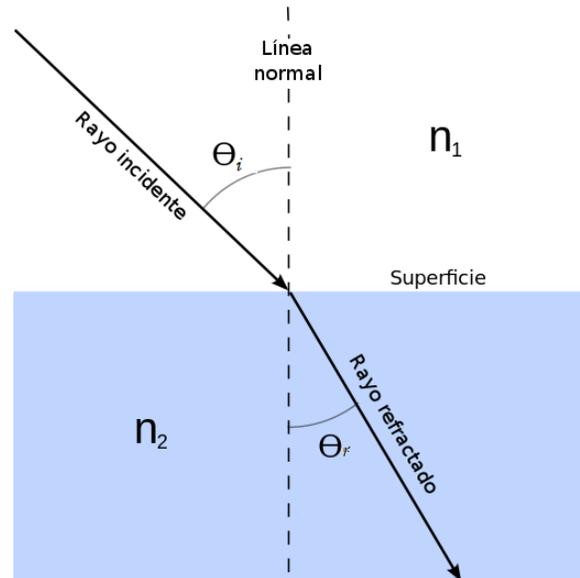


Figura No. 19 Elementos de la refracción

Imagen tomada de [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Snell](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Snell)

Para poder describir de forma geométrica la refracción de la luz, es conveniente definir los siguientes elementos, como se observa en la figura No. 19

- **Rayo incidente** es el rayo que llega o incide en la frontera de los medios.
- **Rayo refractado** es el rayo que se transmite por el segundo medio, una vez llega a la frontera.
- **Normal** es la recta perpendicular a la línea que divide los dos medios, es decir, la superficie del segundo medio.
- **Ángulo de incidencia** es el ángulo que forma el haz de luz incidente con la normal, se denota con la letra  $i$ .
- **Ángulo de refracción** es el ángulo que forma el rayo reflejado con la normal, se identifica con  $r$ .

La relación entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción es una relación constante e igual al cociente entre la velocidad con que se propaga la luz en el primer medio ( $v_1$ ) y la velocidad con que se propaga en el segundo medio ( $v_2$ ).

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{v_1}{v_2}$$

Teniendo en cuenta que el índice de refracción <sup>5</sup> se expresa matemáticamente como:

$$n = \frac{c}{v}$$

Por lo anterior se tiene que

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \text{ que constituye la ley de Snell}$$

La física para ciencias es ingeniería (Serway, 2002) plantea las definiciones de lentes y la construcción de imágenes de la siguiente forma:

### 3.2.3.1. Lentes

Las lentes son medios materiales transparentes, como el vidrio o el plástico, cuyas superficies pueden ser curvas, planas o una combinación de las dos y generalmente se clasifican en convergentes y divergentes.

#### 3.2.3.1.1. Lentes convergentes

Una lente se clasifica como convergente si al incidir en ella los rayos de luz paralelos, los remite de tal forma que convergen en un mismo punto llamado foco, estas lentes son más gruesas en el centro que en los extremos.

---

<sup>5</sup> Cociente entre la rapidez  $c$ , de la luz en el vacío y la rapidez  $v$ , de la luz en otro medio.

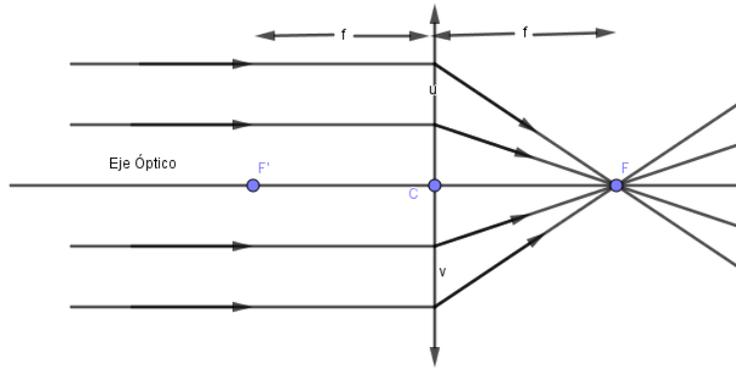


Figura No. 20 Diagrama de las lentes convergentes

Imagen creada por el autor en GeoGebra

En las lentes convergentes se encuentran los siguientes elementos:

- Los **focos** ( $f$ ) de la lente son los puntos donde convergen los rayos que inciden sobre ella, o es el punto que resulta de la proyección de los rayos que emergen de ella; en una lente convergente existen dos focos, uno a cada lado de la lente
- El **centro óptico**  $C$  es el punto medio entre los dos focos.
- El **Eje óptico** es la línea que une los dos focos de la lente y que pasa por el centro óptico y es perpendicular a la lente.
- La **Distancia focal** es la distancia del centro óptico a un foco.

### 3.2.3.1.2. Construcción de imágenes en lentes convergentes.

Para construir imágenes en lentes convergentes, son necesarios tres rayos notables.

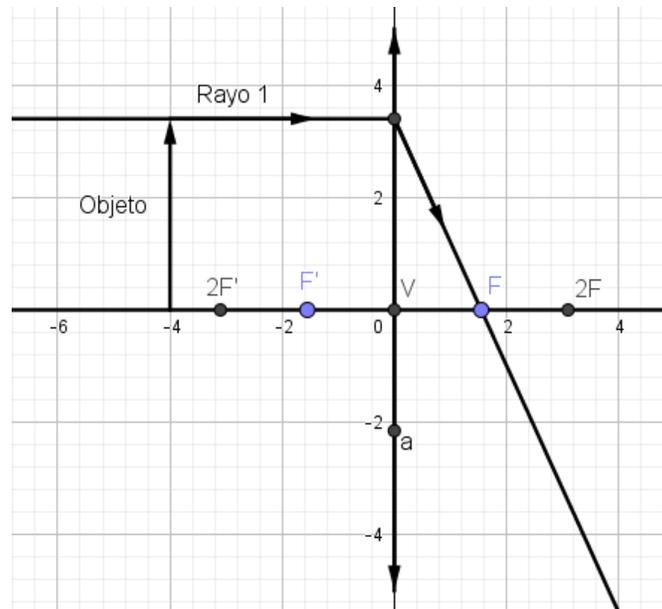


Figura No. 21. Primer rayo en lentes convergentes  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

**Primer rayo**, Un rayo que partiendo del objeto se dirige al centro óptico ( $C$ ), para atravesarlo sin experimentar ninguna desviación, como se observa en la figura No. 21.

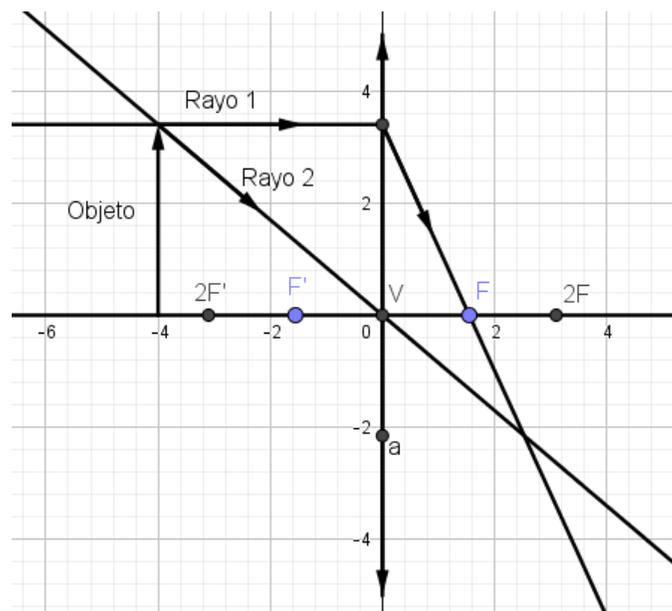


Figura No. 22 Segundo rayo en lentes convergentes  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Segundo rayo**, un rayo que, partiendo del objeto, se propaga paralelo al eje de la lente, de tal manera que al refractarse para por el foco ( $F$ ), como se observa en la figura No. 22.

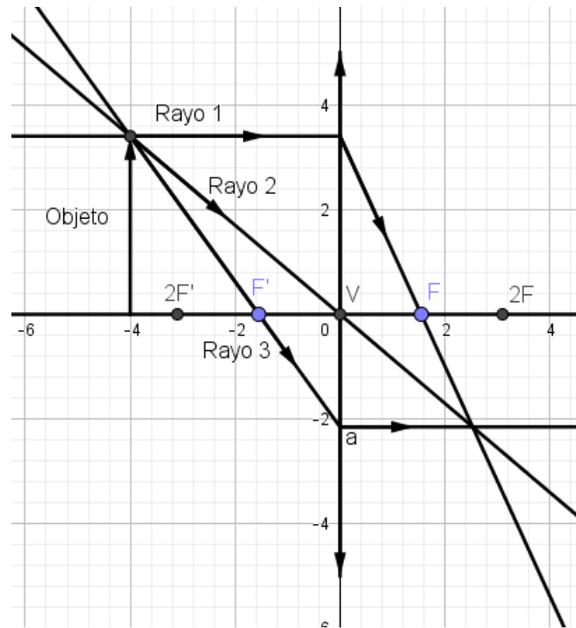


Figura No. 23 Tercer rayo en lentes convergentes

Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Tercer rayo** un rayo que partiendo del objeto se propaga pasando por el foco ( $F'$ ) y llega hasta la lente, para refractarse paralelo al eje de la lente, como se observa en la figura No. 23.

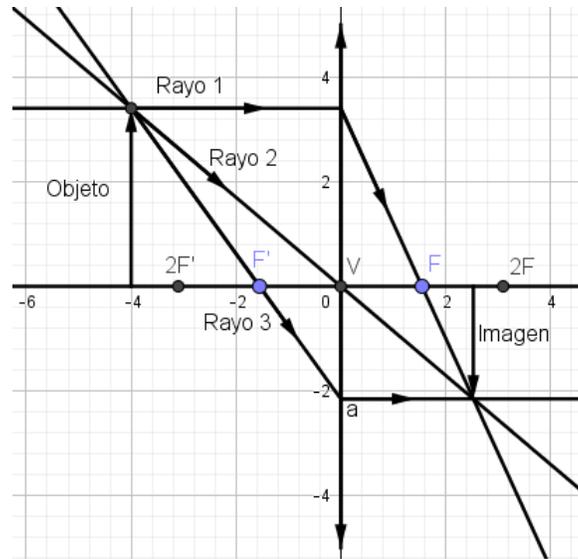


Figura No. 24 Imagen formada por una lente convergente  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- Finalmente, en la parte derecha de la lente convergente donde se cruzan los tres rayos refractados, es donde se forma la imagen., como se observa en la figura No. 24.

A continuación, se presentan las características de las imágenes formadas en las lentes convergentes dependiendo su ubicación sobre el eje óptico.

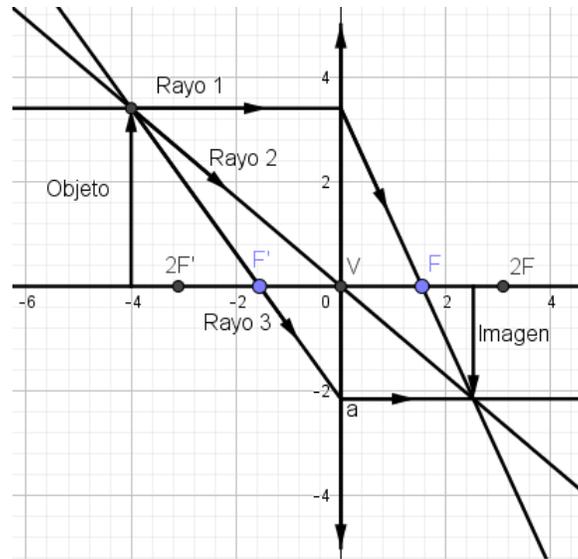


Figura No. 25 Cuando el objeto se encuentra entre el infinito y dos veces el foco  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica al lado izquierdo entre el infinito y dos veces la distancia del foco, la imagen se forma al lado derecho de la lente, la imagen es real, invertida, su tamaño es menor, pero crece a medida que el objeto se acerca al punto  $2F$  hasta ser del mismo tamaño que el objeto, como se observa en la figura No. 25.

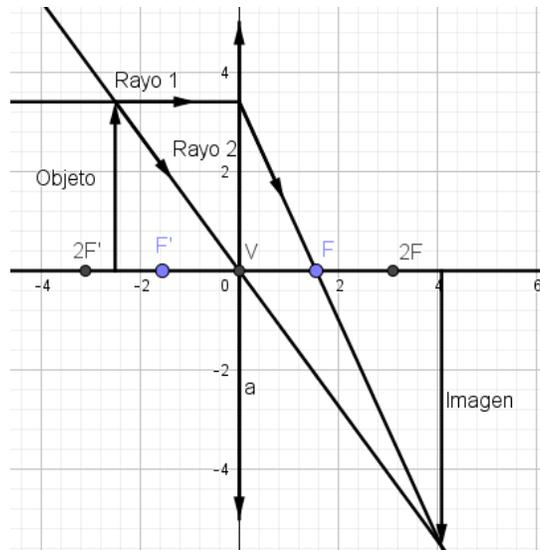


Figura No. 26 Cuando el objeto se ubica entre dos veces la distancia focal y el foco  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica al lado izquierdo de la lente entre dos veces la distancia focal y el foco, la imagen se genera al lado derecho, es real, invertida y de mayor tamaño y aparece a una distancia mayor que  $2F'$ , como se observa en la figura No. 26.

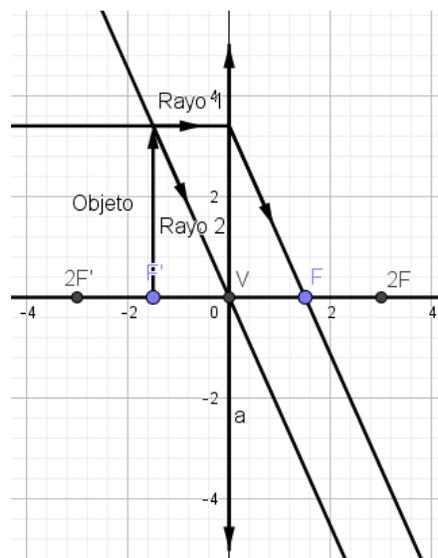


Figura No. 27 Cuando el objeto se ubica en el foco  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica en el lado izquierdo de la lente justamente en el foco, no se genera imagen en el lado derecho ya

que los tres rayos no se cruzan, como se observa en la figura No. 27.

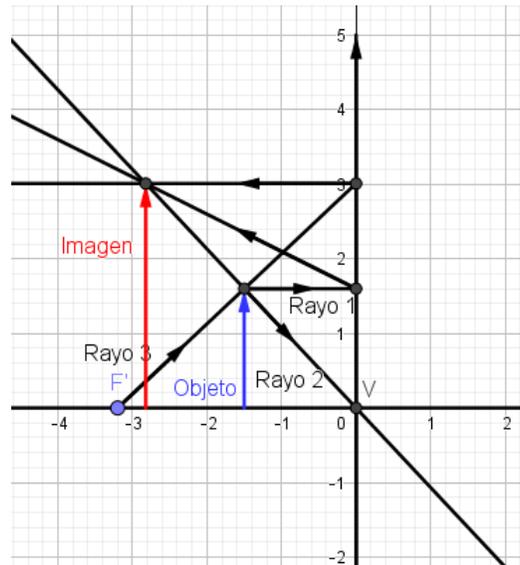


Figura No. 28 Cuando el objeto se ubica entre el foco y el vértice  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

Cuando el objeto se ubica en la parte izquierda de la lente entre el foco y el centro óptico de la lente, la imagen que se forma al lado izquierdo de la lente es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto, como se observa en la figura No. 28.

### 3.2.3.1.3. Lentes divergentes

Una lente es divergente si al incidir en ella rayos de luz paralelos, los emite de tal forma que divergen completamente, como si provinieran de un mismo punto. Estas lentes son angostas en el centro y más gruesas en los extremos.

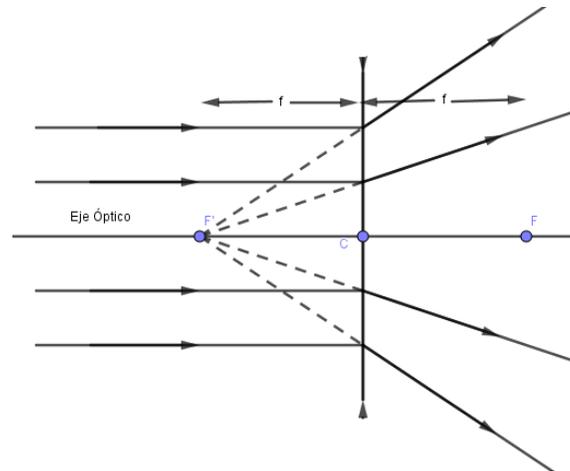


Figura No. 29 Esquema de una lente divergente  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

En las lentes divergentes se encuentran los mismos elementos que en las lentes convergentes anteriormente mencionados.

Para construir imágenes en lentes divergentes, son necesarios 2 rayos notables.

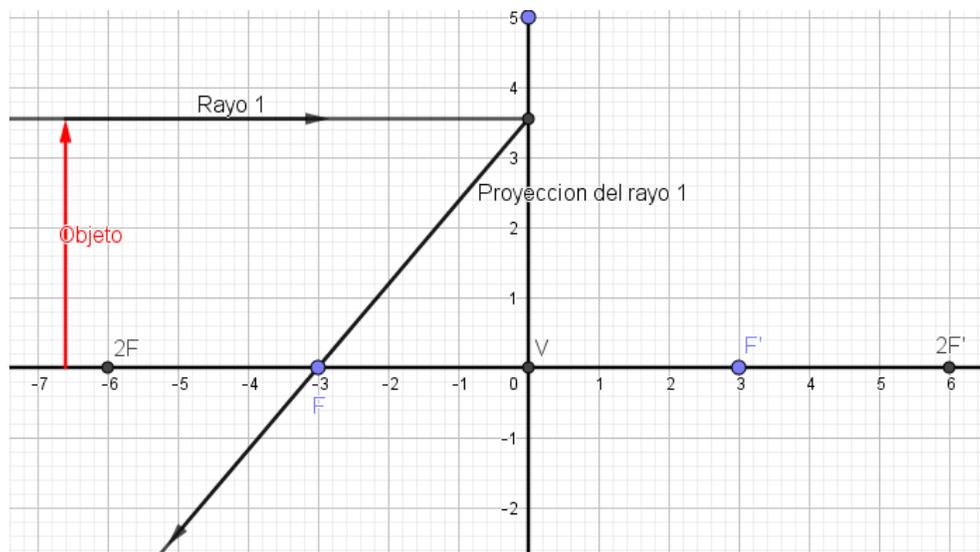


Figura No. 30 Primer rayo en una lente divergente  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Primer rayo** Un rayo que pasa por la parte superior del objeto y se desplaza paralelo al eje óptico de la lente, se refracta alejándose de  $f$  y su prolongación pasa por  $F'$ , como se observa en la figura No. 30.

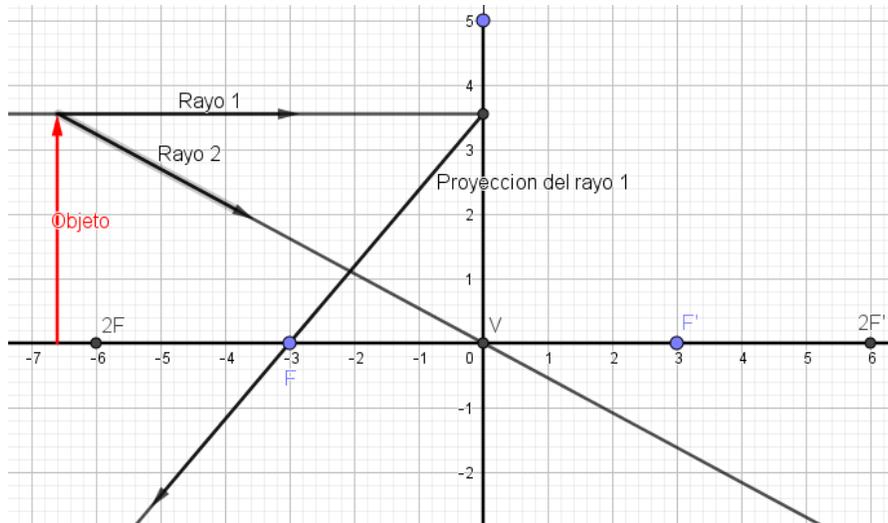


Figura No. 31 Segundo rayo en una lente divergente  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- **Segundo rayo** Un rayo que pasa por la parte superior del objeto, atraviesa la lente por el centro óptico sin experimentar ninguna desviación, como se observa en la figura No. 31.

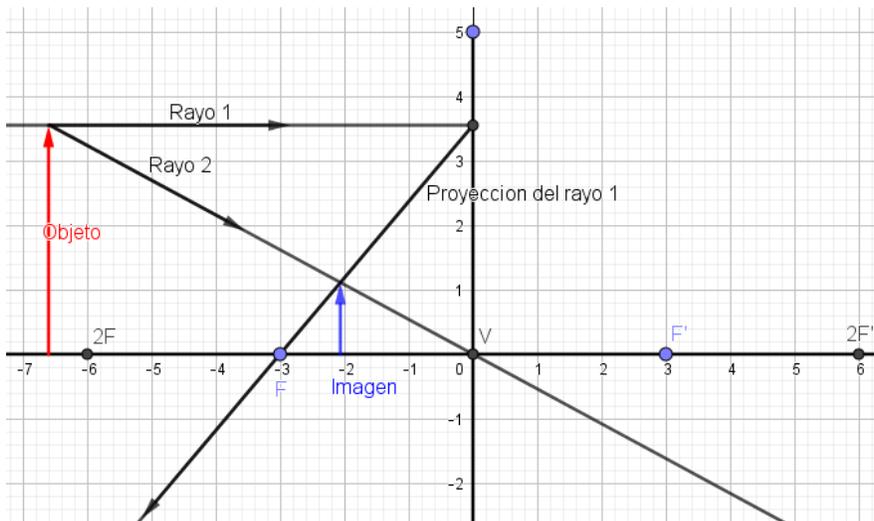


Figura No. 32 Imagen formada por una lente divergente  
Imagen creada por el autor en GeoGebra

- Finalmente, en la parte derecha de la lente donde se cruzan los dos rayos, es donde se forma la imagen, como se observa en la figura No 32.

En las lentes divergentes sin importar la ubicación del objeto, las imágenes siempre van a ser virtual ya que se ubican en el mismo lado del objeto, de menor tamaño comparada con el objeto y se encuentra derecha, como se observa en la figura No. 33.

### 3.3. Constructivismo

A través de los años en la educación, las formas de enseñar y las metodologías han sido modificadas debido a las múltiples teorías, corrientes y modelos pedagógicos. El constructivismo se caracteriza por darle un rol de mayor importancia al estudiante en su proceso de formación como dinamizador en la construcción de su propio conocimiento interactuando con el medio y con los seres que lo rodean. A través de sus años, el joven ha recopilado una serie de conceptos y nociones basados en su experiencia e interacción con el mundo que lo rodea, los cuales en el proceso de enseñanza serán reforzados o modificados. Según Mario Carretero *“Básicamente puede decirse que el constructivismo es la idea que mantiene que el individuo, tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado día con día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición del constructivismo, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción?, fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir con la que ya construyó en su relación con el medio que lo rodea”*. (Carretero 1999).

La conceptualización del constructivismo según Frida Diaz: *“El constructivismo es una confluencia de diversos enfoques psicológicos que enfatizan la existencia y prevalencia en los sujetos cognoscentes de procesos activos en la construcción del conocimiento, los cuales permiten explicar la génesis del comportamiento y el aprendizaje. Se afirma que el conocimiento no se recibe pasivamente ni es copia fiel del medio”*. (Barriga, 2005)

Teniendo en cuenta lo anterior, esta intervención posee un enfoque constructivista, ya que se considera al estudiante como el principal actor en su proceso de enseñanza – aprendizaje, al facilitarle las herramientas (guías conceptuales, guía de laboratorio) para que el mismo y a su ritmo sea capaz de modificar los preconceptos errados y de igual manera reforzar los preconceptos acertados, por lo tanto, al abordar estas dos posturas sobre el constructivismo se puede evidenciar que las instituciones educativas deben promover el desarrollo cognoscitivo del estudiante, donde el docente desempeña un papel importante al momento de estructurar experiencias significativas que propicien el desarrollo de dicho proceso y afianzar las estructuras mentales.

En este sentido, la propuesta didáctica para la enseñanza de la óptica geométrica con GeoGebra y las guías conceptuales mediadas con la herramienta Exelearning pretenden aportar a los estudiantes, de la institución educativa Gallardo, la interacción con los fenómenos físicos relacionados

con los espejos y lentes, con el objetivo de desarrollar la curiosidad por aquellos temas que son aplicados a la vida cotidiana.

### 3.4. Antecedentes

Existen diversas investigaciones que incluyen a la herramienta GeoGebra en la enseñanza, en el caso de la óptica existen múltiples applets y construcciones en GeoGebra que permiten realizar trabajos de laboratorio, por lo tanto, estas investigaciones y applets sirven de base para el desarrollo de la presente intervención.

#### 3.4.1. Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el GeoGebra

**Autor:** Angela K. Cervantes, Leonela M. Rubio, Juan Luis Prieto.

El desarrollo de las TIC, ha propiciado su incorporación en las aulas de clase como una herramienta dinamizadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es así, como:

Cervantes, Rubio y Prieto en su trabajo ***Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el GeoGebra*** plantean, “*en ocasiones la falta de insumos en las instituciones escolares afecta el desarrollo de las prácticas de laboratorio de física en secundaria. Sin embargo, el uso de GeoGebra como simulador de fenómenos físicos ofrece una alternativa para suplir esta falta*” y concluyen que, “*sobre la integración eficiente de las tecnologías en clases de física, vale destacar que este tipo de propuestas facilita el abordaje de determinados contenidos de esta disciplina de una manera diferente e innovadora...*”

#### 3.4.2. El GeoGebra en la enseñanza de la Óptica

**Autor:** C. Vázquez Ferri; J. Espinosa Tomás; J. Pérez Rodríguez; B. Domenech Amigot; C. Hernandez Poveda

Los autores en su trabajo proponen “*La utilización de la TIC GEOGEBRA en algunas asignaturas de Óptica del Grado de Óptica y Optometría de la Universidad de Alicante. El objetivo buscado es su utilización como herramienta didáctica para el profesor como para el estudiante*”

Los autores decidieron desarrollar applets basados en GeoGebra con la temática de la asignatura Óptica Física II ya que en ella convergen un

conjunto de conocimientos previos proporcionados por asignaturas como la Óptica Geométrica y que podrían relacionarse fácilmente con la Óptica Oftálmica.

Por último, los **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** autores concluyen. *“la introducción de GeoGebra en la enseñanza de las asignaturas mencionadas de Óptica, representan una importante mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula y por tanto en la calidad de la docencia. La utilización de esta aplicación facilita al profesor, por una parte, la realización de clases magistrales más dinámicas, con la ayuda del proyector la pantalla del ordenador se transforma en una pizarra tridimensional; que le permite simultanear entre la explicación teórica y la representación de resultados correspondientes, pudiendo cambiar, de manera sencilla, los parámetros involucrados en el proceso y ver sus consecuencias de modo inmediato.”*

### **3.4.3. Utilização do software Geogebra no ensino de óptica geométrica de lentes esféricas.**

**Autor:** André Luís Miranda De Barcellos Coelho

De igual manera Miranda de Barcellos en su trabajo “Utilização do software Geogebra no ensino de óptica geométrica de lentes esféricas” propone al GeoGebra como una herramienta que propicia el aprendizaje significativo de la óptica geométrica al permitirle al estudiante interactuar y representar de una manera dinámica los diferentes conceptos y situaciones que se derivan de la óptica geométrica.

### **3.4.4. O GeoGebra como ferramenta de apoio à aprendizagem significativa em óptica geométrica.**

**Autor:** Willians Gavioli da Silva

Al seguir indagando encontramos que Willians Gavioli da Silva en su trabajo “O GeoGebra como ferramenta de apoio à aprendizagem significativa em óptica geométrica” utiliza la herramienta GeoGebra como una alternativa que propicia el aprendizaje de los fenómenos ópticos que se presentan en las lentes.

De esta manera la Propuesta didáctica para la enseñanza de la óptica geométrica con GeoGebra al igual que los trabajos anteriormente citados,

comparten la misma finalidad, entregarles a los estudiantes una alternativa para el estudio y análisis de los diferentes fenómenos que se presentan en las lentes y espejos.

La diferencia de la presente intervención con las usadas como referencia, consiste en la presentación a los estudiantes de 4 guías conceptuales (lentes, espejos esféricos) para que el estudiante sea autónomo en su aprendizaje y de igual manera se presentan 4 guías de laboratorio para el trabajo con la herramienta GeoGebra.

## 4. Metodología

La presente intervención se llevó a cabo en el centro poblado de Gallardo ubicado a 20 kilómetros hacia el sudoeste del municipio de Suaza Huila; en la institución educativa Gallardo con 21 estudiantes del grado undécimo que de manera voluntaria manifestaron el interés y la motivación para el desarrollo de esta propuesta.

Inicialmente se realizó un pretest para evidenciar los preconceptos que el estudiante ha adquirido en el transcurso de su vida, luego se desarrollaron 4 guías conceptuales con la temática necesaria para el estudio de los espejos esféricos (convexos y cóncavos) y las lentes (convergente y divergente) usando la herramienta Exelearning, al mismo tiempo que se estructuraron las guías de laboratorio para el trabajo virtual con el GeoGebra enfocados en la formación de imágenes en los espejos esféricos (convexos y cóncavos) y las lentes (convergente y divergente). Seguidamente, a los estudiantes se les suministró un equipo portátil con las guías conceptuales y las guías de laboratorio para que realizaran el trabajo de manera interactiva y autónoma, con la supervisión del docente para la solución de inquietudes o dificultades que pudieran presentar.

Al finalizar el trabajo, cuyo resultado fue la construcción en GeoGebra de la simulación de los espejos esféricos y las lentes, se aplicó un post test el cual contenía las mismas preguntas del pretest, esto con el objetivo de evidenciar los cambios en los preconceptos y de esta manera poder evidenciar el impacto de la propuesta didáctica. Por último, se aplicó la escala Likert para identificar el grado de aceptación de la propuesta didáctica.

## 4.1. Pretest

El pretest se constituye en una herramienta que nos permite evidenciar los preconceptos que el estudiante ha adquirido en el desarrollo de su vida y de esta manera poder desarrollar las guías conceptuales enfocándonos en aquellos errores conceptuales que presenta el estudiante en relación con la óptica geométrica.

El pretest se aplicó a los 21 estudiantes del grado undécimo con el objetivo de evidenciar las ideas previas en relación con la óptica geométrica; el pretest consta de 6 preguntas, las cuales luego de ser analizadas arrojaron las siguientes respuestas. El pretest se encuentra en el anexo A

### 4.1.1. Análisis de los resultados del pretest

1. Explica brevemente por qué puedes verte a ti mismo cuando te paras frente a un espejo.

La tabla No.2 muestra los resultados de la pregunta No. 1 del pretest.

Variable	Respuesta por estudiante	%
El cuerpo emite luz	8	38,10
Por el material del espejo	5	23,81
Por la reflexión de la luz	8	38,10

Tabla No. 1 Análisis de la pregunta 1 del pretest

Al analizar las respuestas dadas por los estudiantes se concluye que el 38.1% de los estudiantes no comprenden el fenómeno físico que se presenta cuando se paran frente a un espejo y ven su reflejo, ya que este porcentaje de estudiantes manifiesta que esto es posible porque el cuerpo emite luz.

El 23.81% manifiesta que se debe al material del cual está hecho el espejo, el cual hace que la imagen se refleje, en consecuencia, se puede aseverar que este porcentaje de estudiantes entiende el concepto de reflexión mas no como se produce el fenómeno.

Y por último el 38.1% de los estudiantes manifiesta que se debe al proceso de reflexión, debido a que los rayos de luz que inciden en la superficie son reflejados.

2. Cuando se introduce un pitillo en un vaso con agua, el pitillo parece que se doblara. ¿Por qué sucede esto?

La tabla No. 2 muestra los resultados de la pregunta No. 2 del pretest.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Refracción (Debido a que luz cambia de medio)	10	47,62
Refracción (Debido al cambio de dirección del movimiento ondulatorio)	2	9,52
Refracción (Debido a que el agua funciona como un espejo)	6	28,57
No responde	3	14,29

Tabla No. 2 Análisis de la pregunta 2 del pretest

El 85.71% manifiesta que es debido al fenómeno de refracción, pero al sustentar la respuesta, el 47.62% justifica el fenómeno por el cambio de medio (aire-agua), el 9.52% explica que es debido al cambio de dirección del movimiento ondulatorio y el 28.57 justificó su respuesta bajo la idea de que es porque el agua funciona como un espejo.

Y solo el 14.29% no pudo contestar la pregunta.

3. En algunos supermercados, bancos o tiendas suelen encontrarse espejos que se usan para vigilar el lugar. ¿qué notas cuando te paras frente a un espejo como estos?

La tabla No. 3 muestra los resultados de la pregunta No. 3 del pretest.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Que son de aumento	11	52,38
Aumenta o disminuye el reflejo dependiendo de la distancia	10	47,62

Tabla No. 3 Análisis de la pregunta 3 del pretest

El 52.38% de los estudiantes manifiestan que este tipo de espejos son de aumento, mientras que el 47.62% de los estudiantes describen el fenómeno como un aumento o disminución del reflejo dependiendo de qué tan cerca o que tan lejos se encuentren del espejo.

4. Cuando estas comiendo, puede ser que en alguna ocasión hayas visto tu reflejo sobre la parte brillante de la cuchara, ¿qué características tiene la imagen que se forma en cada lado de la cuchara?

La tabla No. 4 muestra los resultados de la pregunta No. 4 del pretest.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Por el frente al revés y por detrás al derecho	15	71,43
Por el frente más pequeño y por detrás más grande	3	14,29
Por el frente normal y por detrás al revés	1	4,76
Por un lado, la imagen nítida y por el otro borrosa	1	4,76
No responde	1	4,76

Tabla No. 4 Análisis de la pregunta 4 del pretest

El 71.43% de los estudiantes identifica de manera correcta la orientación de la imagen.

Un 4.76% identifica que la orientación de la imagen es diferente, pero confunde los lados de la cuchara.

El 14.29% considera que por un lado se ve más pequeño y por el otro más grande, sin identificar la orientación de la imagen.

Un 4.76% considera que por un lado la imagen es más nítida que por el otro.

Un 4.76% no responde.

5. Un niño tomó una lupa y mientras jugaba con ella en el patio de su casa, con el sol del medio día sin querer encendió un trozo de papel. ¿por qué sucedió esto?

La tabla No. 5 muestra los resultados de la pregunta No. 5 del pretest.

Variable	Respuesta por estudiante	%
la lupa concentra los rayos del sol en un solo punto	8	38,10
Porque la lupa refleja la luz del sol	5	23,81
Porque la lupa emite luz y calor	8	38,10

Tabla No. 5 Análisis de la pregunta 5 del pretest

Un 38.10% de los estudiantes tienen claro el porqué del fenómeno, ya que manifiesta que es debido a que la lupa concentra los rayos de luz en un solo punto.

Otro 38.10% tiene una concepción errada ya que responden asegurando que la lupa emite luz y calor.

Un 23.81% manifiesta que esto es posible porque la lupa refleja la luz, en consecuencia, tienen un error conceptual con la reflexión.

6. Las personas con problemas de visión comúnmente utilizan lentes para poder mejorar su visión, ¿Cómo crees que funcionan estos lentes que permiten mejorar la visión?

La tabla No. 6 muestra los resultados de la pregunta No. 6 del pretest.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Debido al aumento funcionan como una lupa	15	71,43
Por qué los lentes no permiten que la luz del sol atraviese	6	28,57

Tabla No. 6 Análisis de la pregunta 6 del pretest

EL 71.43% de los estudiantes consideran a las gafas como una lupa, haciendo que los objetos se vean más grandes y de esta manera puedan ser visibles para las personas con problemas de visión.

Mientras que el 28.57% manifiesta que se mejora la visión ya que no permiten que pasen los rayos del sol, por lo tanto, confunden las gafas medicadas con las gafas de sol.

## 4.2. Desarrollo de la guía conceptual

Para el desarrollo de la presente propuesta didáctica, se construyeron 4 guías conceptuales elaboradas con la herramienta Exelearning (espejos cóncavos, espejos convexos, lentes convergentes y lentes divergentes); las cuales se encuentran en el CD que se adjunta con él TFM.

A continuación, se presenta la estructura de la guía conceptual correspondiente a los lentes convergentes, como se indica en la figura No 32.

En la zona izquierda de la pantalla se encuentran las pestañas, las cuales al darles clic mostrarán al lado derecho la información relacionada con cada una de ellas, como lo indican las figuras No. 32. a la No. 47.

menú

LENTE CONVERGENTES

LENTE CONVERGENTES

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Crucigrama

Lente de Agua

Objetivos

1. Estudiar y comprender las imágenes formadas por lentes convergentes.
2. Analizar las imágenes formadas en las lentes convergentes mediante el geogebra.

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir Igual 4.0](#)

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows

Figura No. 33 Guía conceptual para lentes convergentes “objetivos”  
Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

**Tema**

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

**Elementos de las Lentes Convergentes**

**Construcción de imágenes en una lente convergente**

**Imágenes Producidas por las lentes convergentes**

**Crucigrama**

**Lente de Agua**

**LENTES**

Las lentes son medios materiales transparentes, como el vidrio o el plástico, cuyas superficies pueden ser curvas, planas o una combinación de las dos y generalmente se clasifican en convergentes y divergentes.

**LENTES CONVERGENTES**

Una lente se clasifica como convergente si al incidir en ella rayos de luz paralelos, los remite de tal forma que convergen en un mismo punto llamado foco, estas lentes son mas gruesas en el centro que en los extremos.

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir Igual 4.0](#)

Figura No. 34 Guía conceptual para lentes convergentes “Definición de las lentes”  
Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menu

**Elementos de las Lentes Convergentes**

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

**Elementos de las Lentes Convergentes**

Actividad

**Construcción de imágenes en una lente convergente**

**Imágenes Producidas por las lentes convergentes**

**Crucigrama**

**Lente de Agua**

En las lentes convergentes encontramos los siguientes elementos:

**Focos (F)**

Los focos (f) de la lente son los puntos donde convergen los rayos paralelos que inciden sobre ella, o es el punto que resulta de la proyección de los rayos que emergen de ella, en una lente convergente existen dos focos, uno a cada lado de la lente.

**Centro Óptico (C)**

Es el punto medio entre los dos focos

Figura 35 No. Guía conceptual para lentes convergentes “Elementos de las lentes convergentes”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

**Actividad**

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Actividad

Construcción de imágenes en una lente convergente

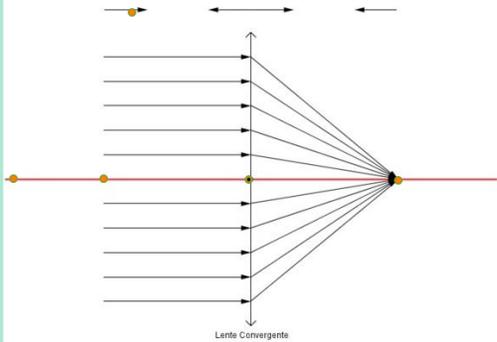
Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Crucigrama

Lente de Agua

Elementos de una lente convergente.

a continuación deberá relacionar cada elemento con su ubicación en el diagrama de la lente convergente.



Eje Óptico

Distancia focal

Foco 1

Foco 2

Centro Óptico

Activar Windows  
Vea la Configuración para activar Windows.

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir Igual 4.0](#)

Figura No. 36 Guía conceptual para lentes convergentes “Actividad relacionada con los elementos de las lentes convergentes”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

**Rayo 1**

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Rayo 1

Rayo 2

Rayo 3

Imagen Formada

Actividad

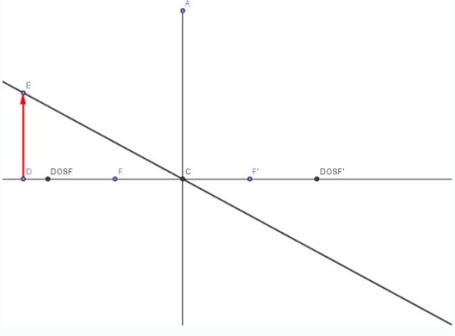
Ecuación de las lentes

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Crucigrama

Lente de Agua

Un rayo que partiendo del objeto se dirige al centro óptico ( $C$ ), para atravesarlo sin experimentar ninguna desviación.



Activar Windows  
Vea la Configuración para activar Windows.

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir Igual 4.0](#)

Figura No. 37 Guía conceptual para lentes convergentes “Construcción de imágenes en lentes convergentes rayo 1”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

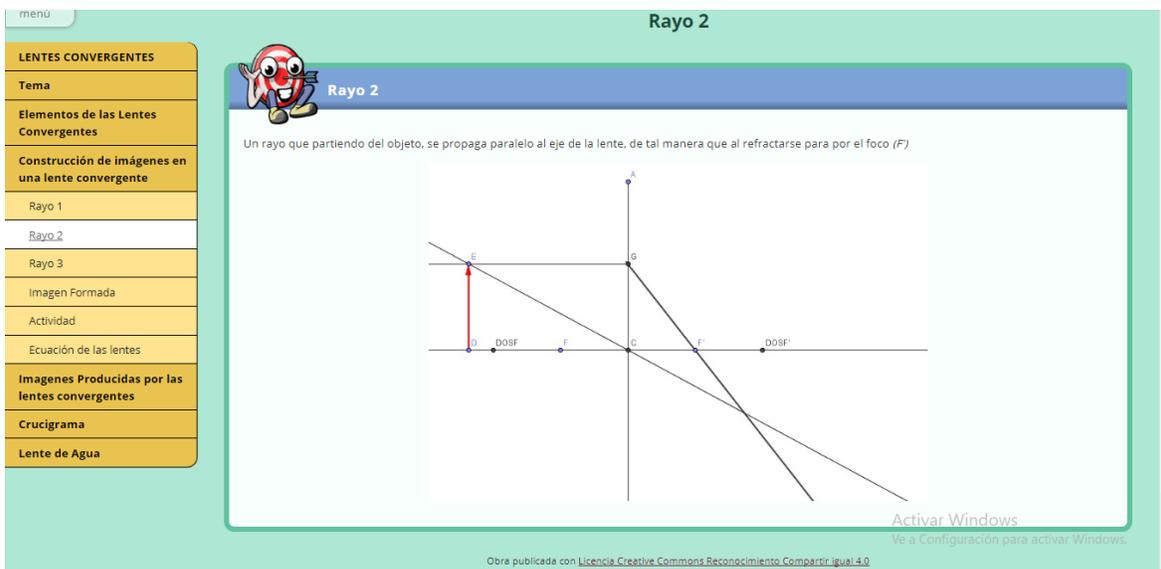


Figura No. 38 Guía conceptual para lentes convergentes “Construcción de imágenes en lentes convergentes rayo 2”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

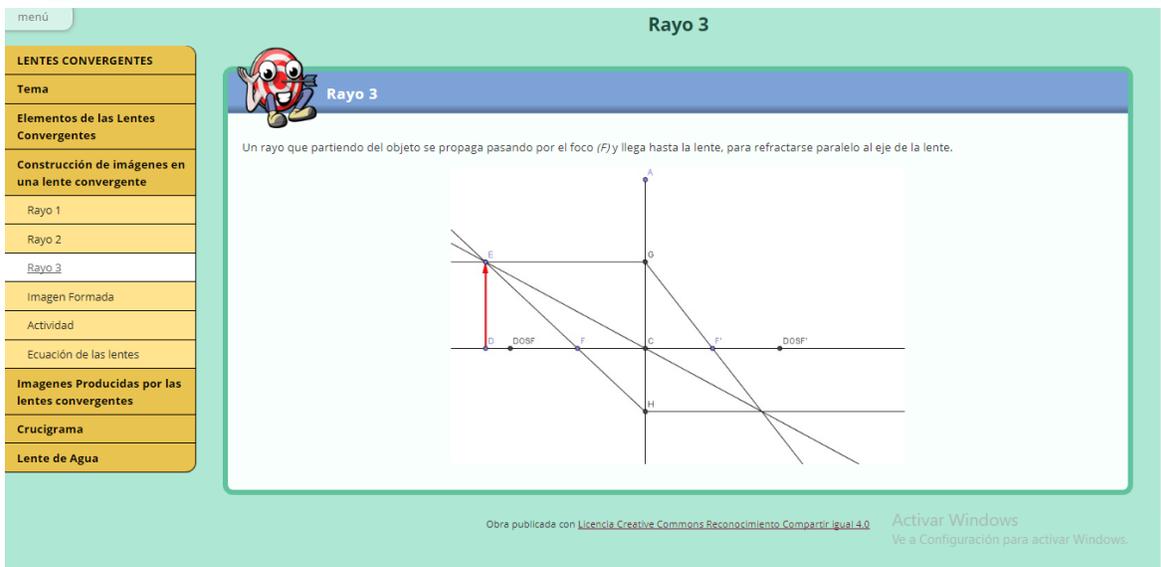


Figura No. 39 Guía conceptual para lentes convergentes “Construcción de imágenes en lentes convergentes rayo 3”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

### Imagen Formada

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Rayo 1

Rayo 2

Rayo 3

Imagen Formada

Actividad

Ecuación de las lentes

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Crucigrama

Lente de Agua

Imagen

Finalmente en la parte derecha de la lente convergente donde se cruzan los tres rayos refractados, es donde se forma la imagen.

Como la imagen se encuentra al lado opuesto de la lente en relación al objeto, la imagen es real e invertida.

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir igual 4.0](#)

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Figura No. 40 Guía conceptual para lentes convergentes “Imagen formada por una lente convergente”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

### Actividad

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Rayo 1

Rayo 2

Rayo 3

Imagen Formada

Actividad

Ecuación de las lentes

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Crucigrama

Lente de Agua

Actividad

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir igual 4.0](#)

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Figura No. 41 Guía conceptual para lentes convergentes “Actividad”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

### Ecuación de las lentes

**LENTES CONVERGENTES**

**Tema**

**Elementos de las Lentes Convergentes**

**Construcción de imágenes en una lente convergente**

Rayo 1

Rayo 2

Rayo 3

Imagen Formada

Actividad

[Ecuación de las lentes](#)

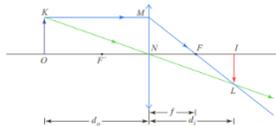
**Imágenes Producidas por las lentes convergentes**

**Crucigrama**

**Lente de Agua**

Es posible encontrar una ecuación que relaciona la distancia de la imagen al centro de la lente  $d_i$ , la distancia del objeto al centro de la lente  $d_o$ , el tamaño o altura de la imagen  $h_i$ , el tamaño o altura del objeto  $h_o$  y la distancia focal  $f$ .

En la siguiente figura se han trazado rayos, el que llega paralelo al eje y se desvía pasando por el foco y el que pasa por el centro de la lente.



También son semejantes los triángulos  $LIN$  y  $KON$ , ya que sus respectivos ángulos  $N$  son opuestos por el vértice, entonces se puede establecer la proporción:

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{d_i}{d_o}$$

$$\frac{d_i - f}{f} = \frac{d_i}{d_o}$$

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{d_i} = \frac{1}{d_o}$$

Al reorganizar los términos encontramos la ecuación para las lentes:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

El aumento de la lente se refiere a la relación entre la altura, o tamaño de la imagen con respecto a la del objeto, es decir,

$$\frac{h_i}{h_o} = -\frac{d_i}{d_o}$$

Se puede observar que los triángulos  $MNF$  y  $LIF$  son semejantes, debido a que sus respectivos ángulos  $F$  son opuestos por el vértice, por tanto,

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{d_i - f}{f}$$

Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir Igual 4.0](#)

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows

Figura No. 42 Guía conceptual para lentes convergentes “Ecuaciones de las lentes”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

### Entre el infinito y dos veces el foco

**LENTES CONVERGENTES**

**Tema**

**Elementos de las Lentes Convergentes**

**Construcción de imágenes en una lente convergente**

**Imágenes Producidas por las lentes convergentes**

[Entre el infinito y dos veces el foco](#)

Entre DOSF y F

En el foco

Entre el foco y en centro óptico

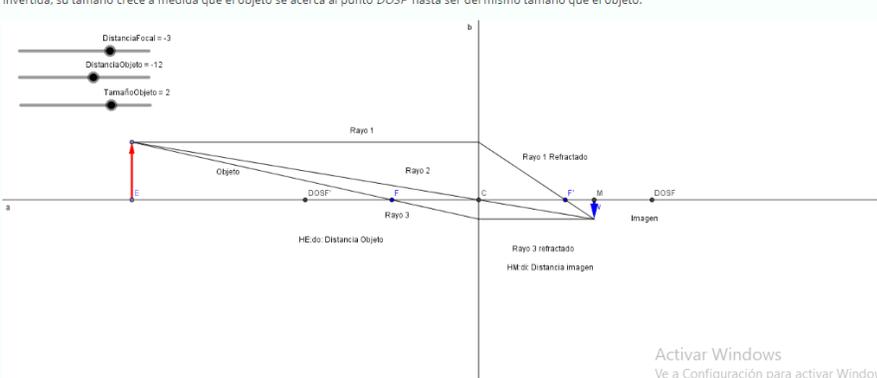
Comprobemos lo aprendido

**Crucigrama**

**Lente de Agua**

**Imagen 1**

Cuando el objeto se ubica al lado izquierdo entre el infinito y dos veces la distancia del foco, la imagen se forma al lado derecho de la lente, la imagen es real, invertida, su tamaño crece a medida que el objeto se acerca al punto DOSF hasta ser del mismo tamaño que el objeto.



Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows

Figura No. 43 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica entre el infinito y dos veces el foco”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

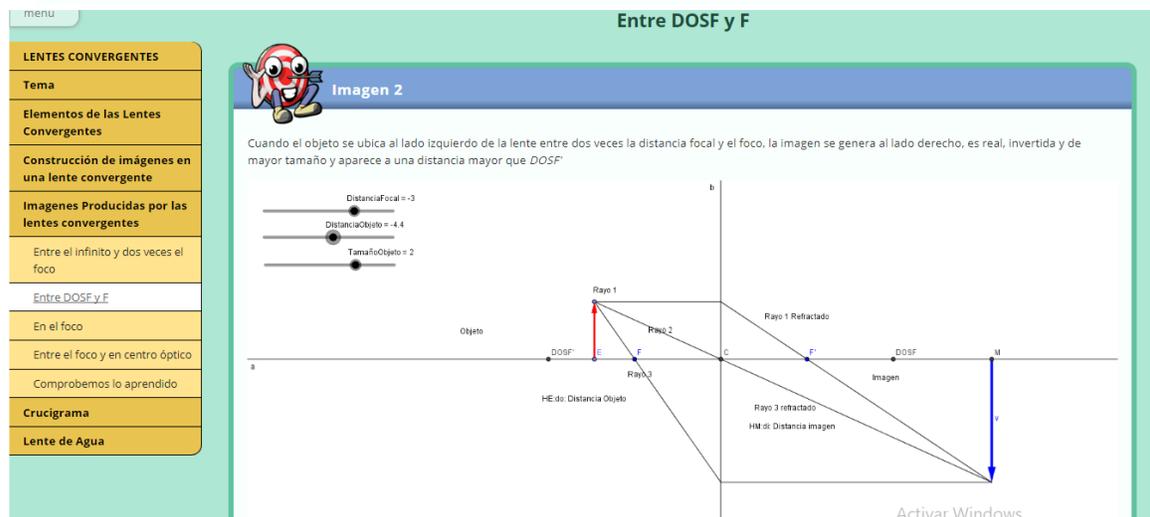


Figura No. 44 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica entre dos veces el foco y el foco”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

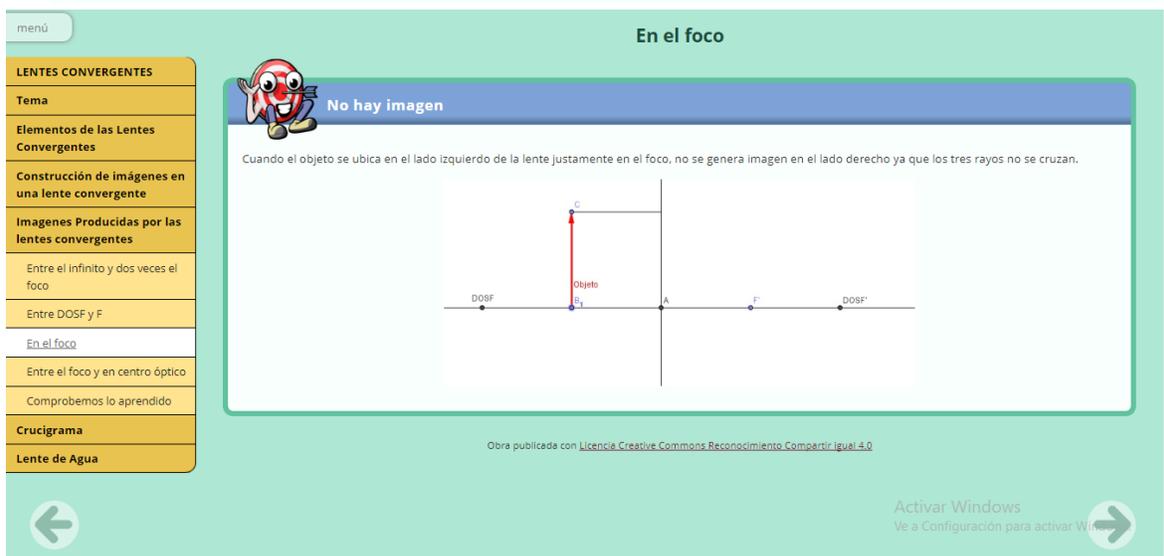


Figura No. 45 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica en el foco”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menu

**Entre el foco y en centro óptico**

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Entre el infinito y dos veces el foco

Entre DOSF y F

En el foco

Entre el foco y en centro óptico

Comprobemos lo aprendido

Crucigrama

Lente de Agua

**Imagen 3**

Cuando el objeto se ubica en la parte izquierda de la lente entre el foco y el centro óptico de la lente, la imagen que se forma al lado izquierdo de la lente es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto.

En este caso, como la imagen se encuentra del mismo lado que el objeto, la imagen es virtual y es derecha, ya que se encuentra por encima del eje óptico.

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Figura No. 46 Guía conceptual para lentes convergentes “Ubicación de la imagen cuando el objeto se ubica entre el foco y el vértice”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

**Comprobemos lo aprendido**

**LENTES CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Entre el infinito y dos veces el foco

Entre DOSF y F

En el foco

Entre el foco y en centro óptico

Comprobemos lo aprendido

Crucigrama

Lente de Agua

**Comprobemos lo aprendido**

Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan.

De acuerdo a la situación que se presenta en la figura, se puede decir que la imagen es , se encuentra , a una distancia de  y el tamaño de la imagen es

Enviar

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Obra publicada con Licencia Creative Commons Reconocimiento. Compartir igual 4.0

Figura No. 47 Guía conceptual para lentes convergentes “Posición, tamaño y características de la imagen”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

**Comprobemos lo aprendido**

**LENTE CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

Entre el infinito y dos veces el foco

Entre DOSF y F

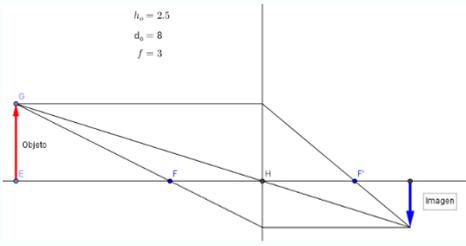
En el foco

Entre el foco y en centro óptico

[Comprobemos lo aprendido](#)

Crucigrama

Lente de Agua



Lea el párrafo que aparece abajo y complete las palabras que faltan.

De acuerdo a la situación que se presenta en la figura, se puede decir que la imagen es **real**, se encuentra **invertida**, a una distancia de **4.8** y el tamaño de la imagen es **1.5**.

Su puntuación es 4/4.

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Figura No. 48 Guía conceptual para lentes convergentes “actividad desarrollada”  
Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

menú

**Crucigrama**

**LENTE CONVERGENTES**

Tema

Elementos de las Lentes Convergentes

Construcción de imágenes en una lente convergente

Imágenes Producidas por las lentes convergentes

[Crucigrama](#)

Lente de Agua



Obra publicada con [Licencia Creative Commons Reconocimiento Compartir Igual 4.0](#) Windows  
Ve a Configuración para activar Windows.

Figura No. 49 Guía conceptual para lentes convergentes “Crucigrama sobre las características de las imágenes”

Imagen tomada de la guía conceptual para lentes convergentes elaborada por el autor en Exelearning

Una vez terminado el desarrollo de las 4 guías conceptuales para los dos tipos de lentes y los dos tipos de espejos esféricos, se espera que el

estudiante este en la capacidad de identificar las lentes y los espejos, así como el reconocer geoméricamente como se construyen las imágenes y como se clasifican las imágenes de acuerdo con sus características.

### **4.3. Guías de laboratorio con GeoGebra**

Se elaboraron 4 guías de laboratorio con el programa GeoGebra para estudiar los siguientes temas:

- Construcción de imágenes en espejos cóncavos
- Construcción de imágenes en espejos convexos
- Construcción de imágenes en lentes convergentes
- Construcción de imágenes en lentes divergentes

A continuación, se presenta la guía de laboratorio para las lentes convergentes, cuyo formato es similar a los que se encuentran en el CD que se adjunta con el TFM para el estudio de los otros temas que se mencionaron anteriormente.



GOBERNACIÓN DEL HUILA  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
MUNICIPIO SUAZA

INSTITUCIÓN EDUCATIVA GALLARDO

Aprobado por Resolución No. 1765 del 2017, para los Niveles Preescolar, Básica y Educación Media Académica en Jornada Diurna Única y Educación Formal de Adultos en los Niveles de Básica y Media Académica en Jornada Semipresencial Fines de Semana, hasta el año 2015 Emanada por la Secretaría de Educación, Gobernación del Huila

NIT 813.013.148-7 DANE 241770000201

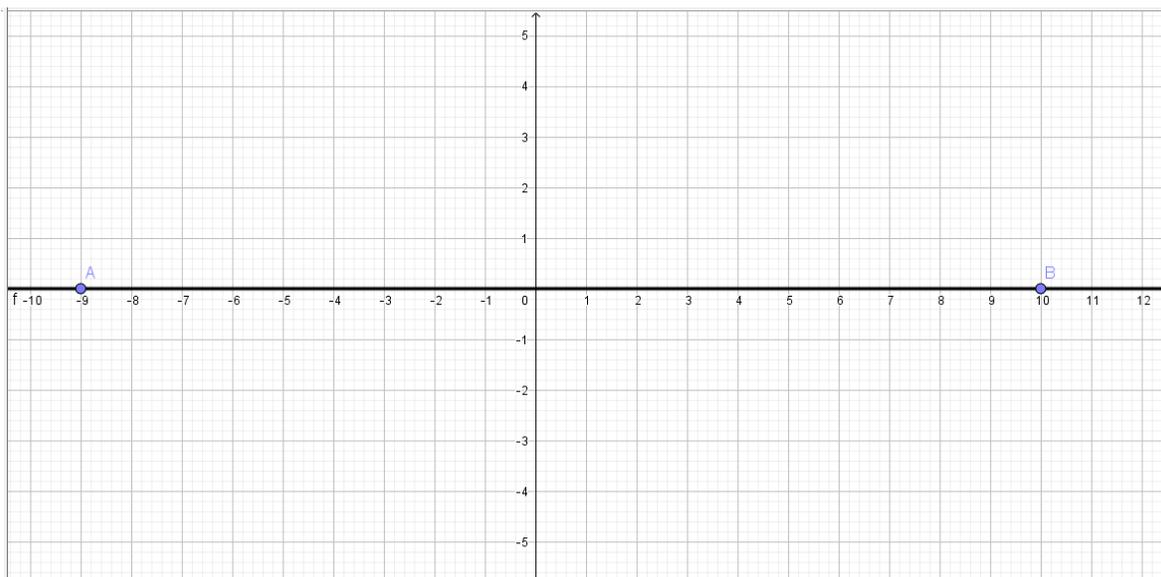
Gallardo - Suaza



## CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES EN UNALENTE CONVERGENTE

Trace una recta sobre el eje x, la cual será nuestro eje óptico, para ello utilice el

comando  **Recta** y seleccione dos puntos, como se indica en la Imagen 1.

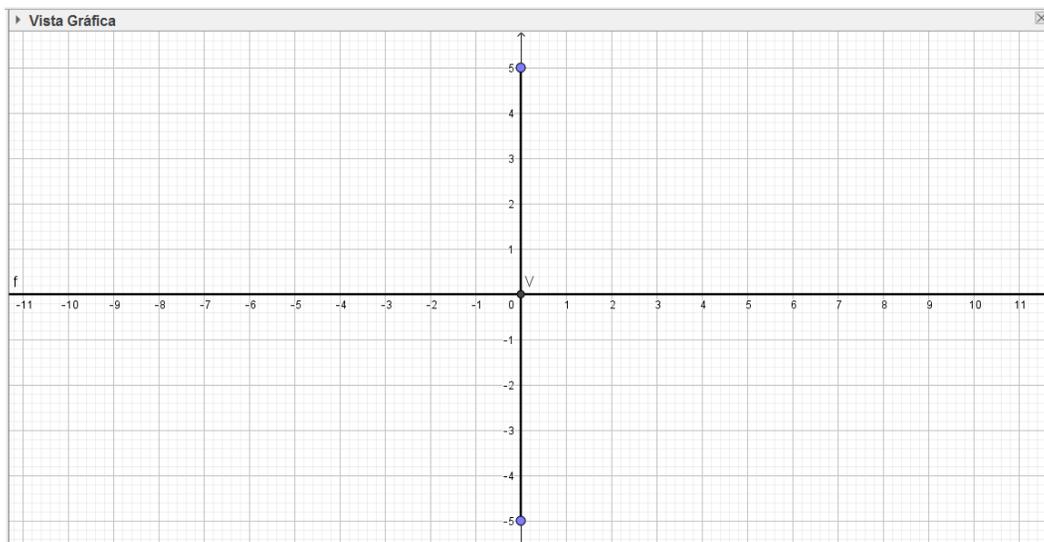


*Imagen N°1. Recta sobre el eje x*

Los puntos A y B no los necesitamos, por lo tanto, se procede a ocultarlos mediante

la herramienta  **Mostrar/ocultar objeto** y seleccionando cada punto.

Seguidamente se construye con ayuda de la herramienta  **Segmento** un segmento de recta sobre el eje y, el cual funcionará como la lente convergente, seguidamente trace el punto de intersección entre ambas rectas, este será el centro óptico de la lente, como se observa en la imagen N°2.



*Imagen N°2. Lente convergente.*

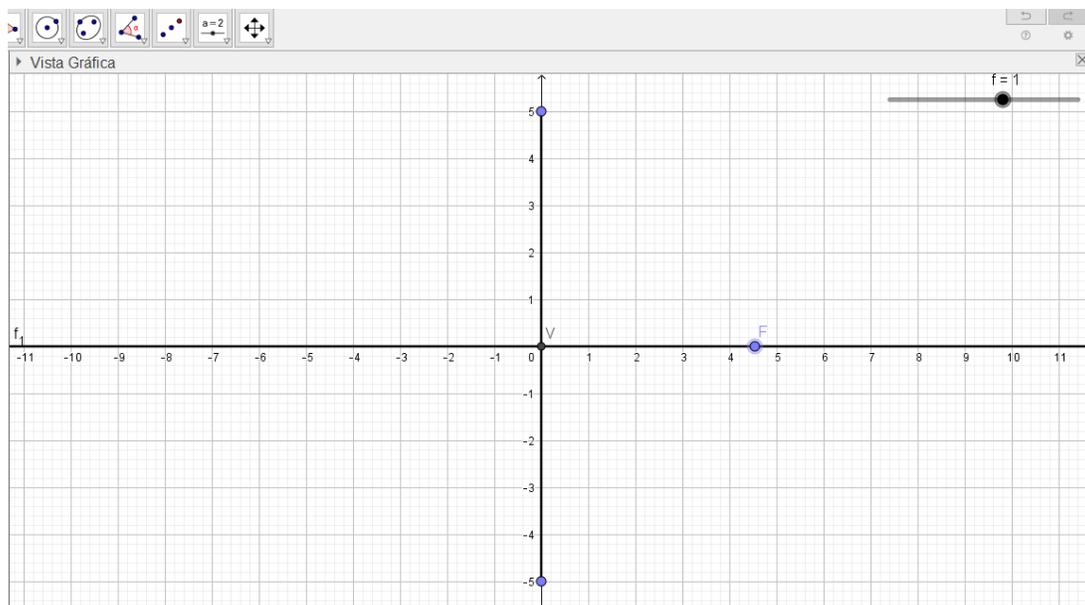
El Punto V será el centro óptico para la lente convergente, se utilizará la herramienta



para controlar la distancia focal, el cual se identificará con la letra



“f”, seguidamente con la herramienta se ubicará un punto sobre el eje x el cual se denominará foco, como se observa en la imagen N°3.



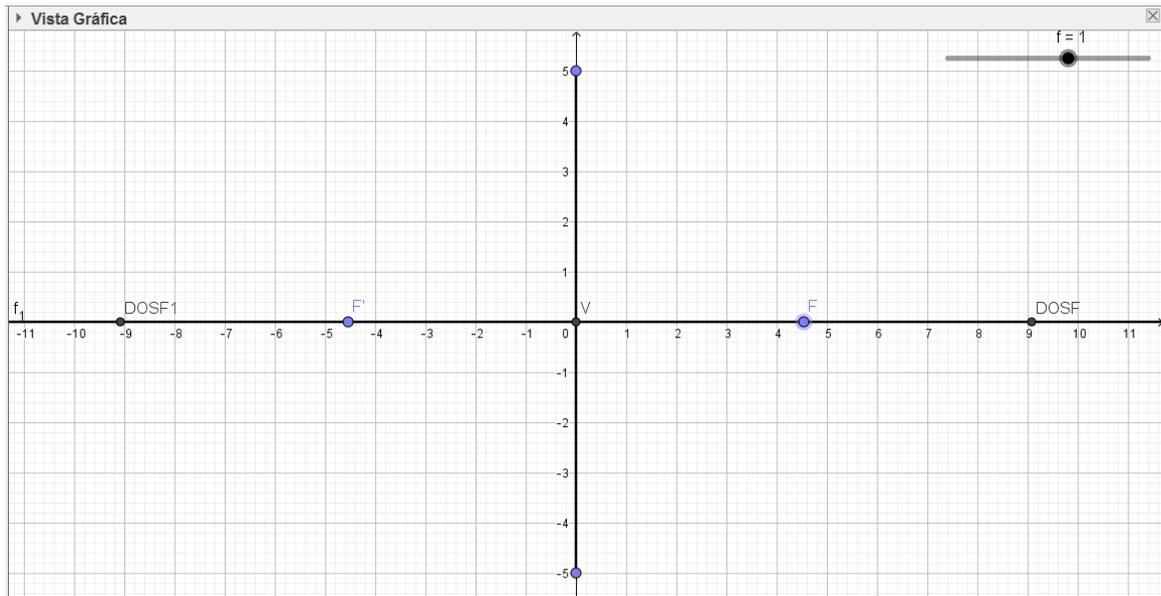
*Imagen N°3. Foco en una lente convergente.*

Ahora con la ayuda de la herramienta  **Simetría Central** trazaremos  $f'$  para ello se selecciona el foco y el centro óptico, de igual manera y con la herramienta



## Simetría Central

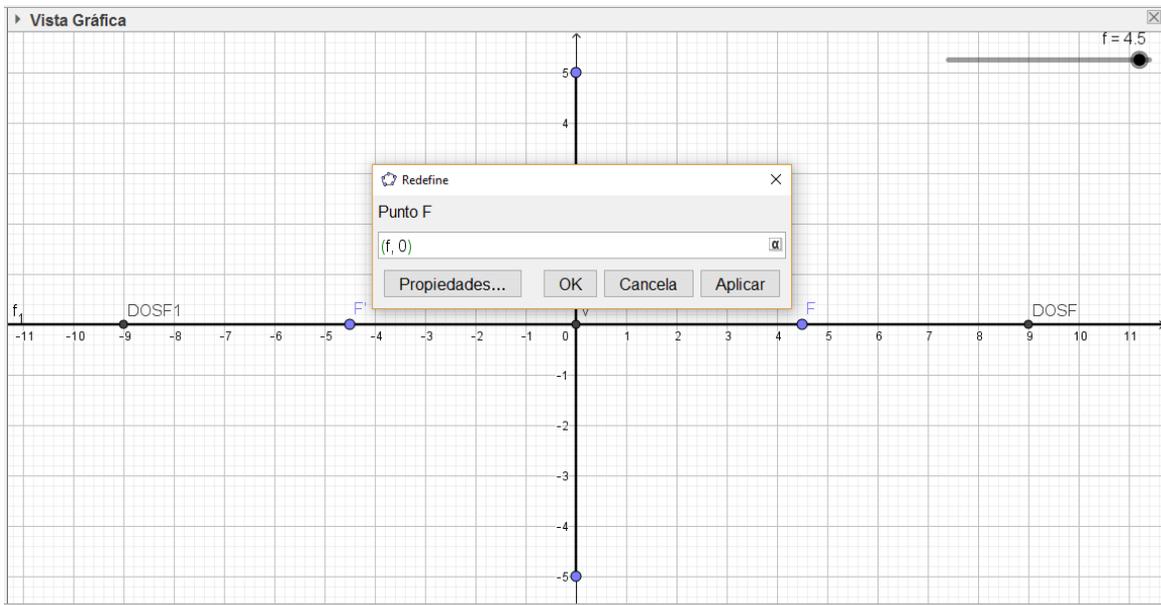
se trazará el punto que se encontrará a dos veces la distancia focal en ambos lados de la lente, para ello se selecciona el centro óptico y seguidamente el punto llamado  $f$ , y se realiza lo mismo para el otro lado de la lente, como se observa en la imagen N°4.



*Imagen N°4. Foco, Foco Prima y dos veces las distancias focales.*

La lente convergente se encuentra lista, para poder variar el foco se utilizará el deslizador anteriormente creado, para ello primero se dará doble clic en el deslizador y se especificaran los siguientes valores *Min:0*, *Máx:10* y se procede a cerrar la ventana.

Para que el foco responda a las órdenes del deslizador, se debe dar doble clic al punto F y en cuadro de dialogo que se crea escribir  $(f,0)$ , donde la coordenada x estará definida por el valor del deslizador y la coordenada en y será fija, tal como se observa en la imagen N°5.



*Imagen N°5. Deslizador para el foco*

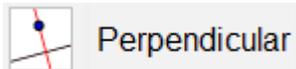
Al mover el deslizador podrá observar cómo cambian los puntos sobre el eje óptico.

Hasta este punto, está construida la lente convergente y sus elementos.

## CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO

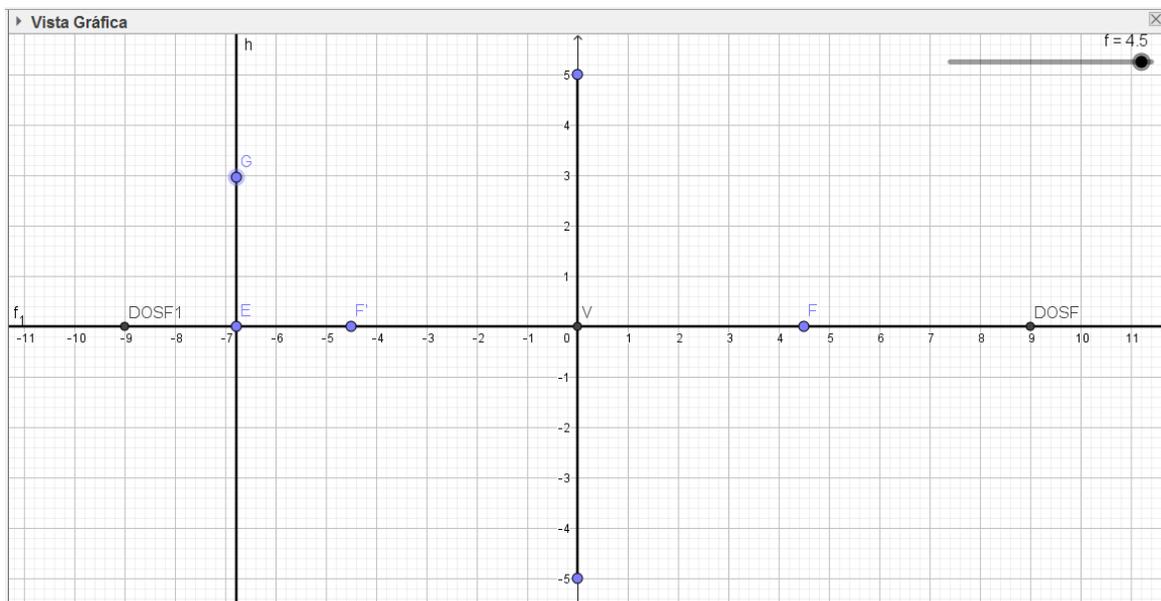
Para la construcción del objeto lo primero es ubicar un punto cualquiera sobre el

lado negativo del eje óptico usando la herramienta  Punto, el resultado debe ser un punto sobre el eje óptico, seguidamente y con la herramienta



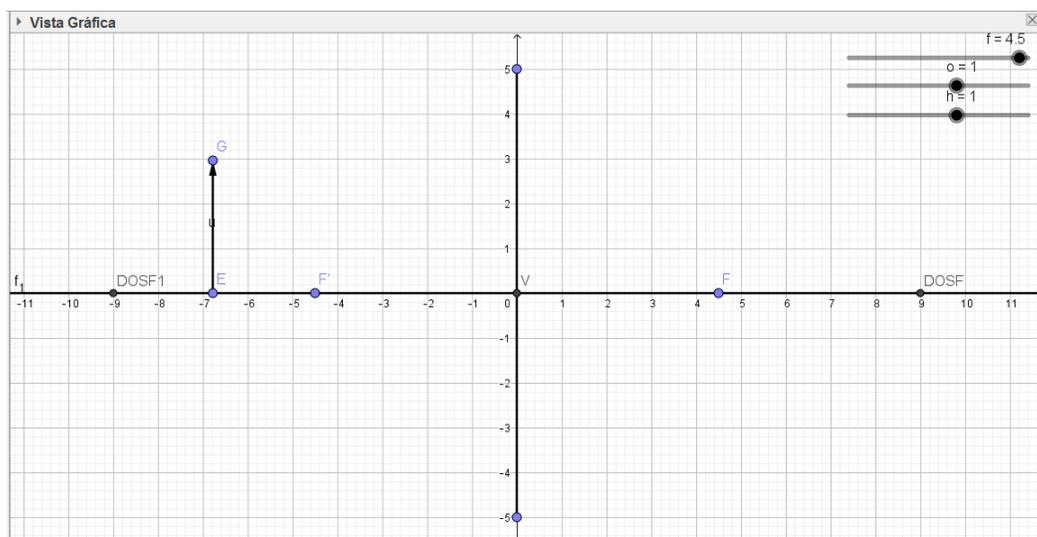
se trazará una recta perpendicular al eje óptico que pase por

el punto que acabaron de crear, adicionalmente y con la herramienta  Punto se ubicara un punto sobre la recta perpendicular que se acabó de crear, tal como se observa en la imagen N°6.



*Imagen N°6. Punto sobre eje óptico y recta perpendicular al eje óptico.*

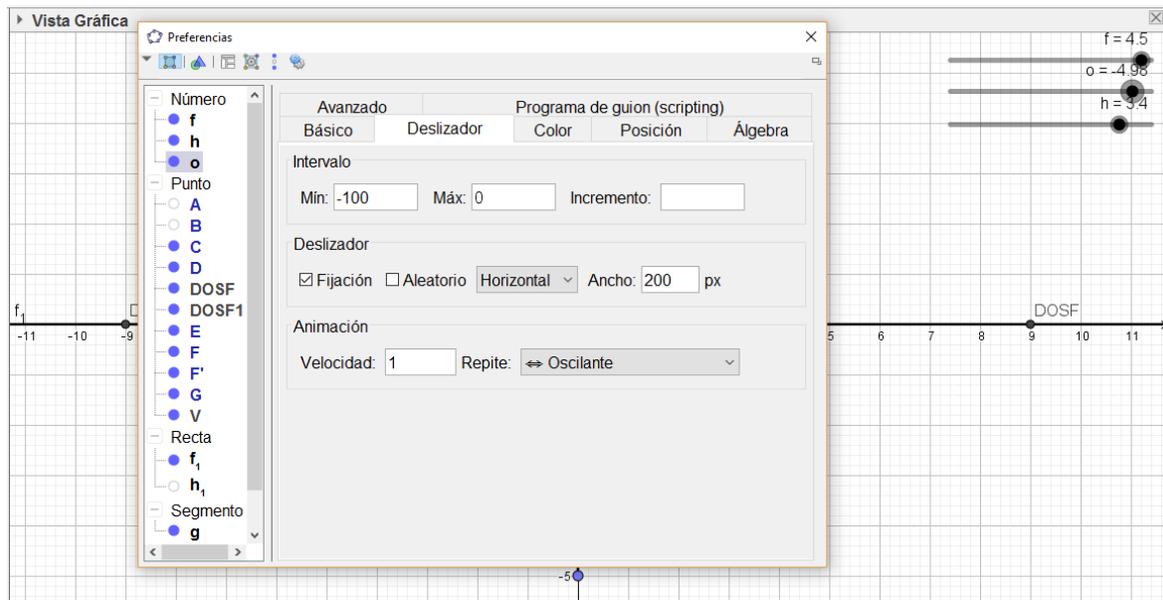
Mediante la herramienta  **Mostrar/ocultar objeto** oculte la recta perpendicular, con la herramienta  **Vector** trace un vector con los dos puntos cuyo origen debe ser el punto sobre el eje óptico y fin el punto que se creó sobre la recta perpendicular adicionalmente cree dos deslizadores tal como se observa en la imagen N°7.



*Imagen N°7. Objeto y deslizadores para ubicación del objeto y tamaño del objeto.*

El deslizador “o” servirá para variar la posición del objeto y el deslizador “h” para variar el tamaño del objeto, por lo tanto, se debe dar doble clic al punto que se encuentra sobre el eje óptico y en el cuadro de texto especificar (o,0) donde “o” es la identificación del deslizador para la posición en el eje x y “0” será la posición en el eje y. ahora de doble clic en el punto superior del vector y en el cuadro de texto ubique los valores (o,h). de esta manera la posición y el tamaño del vector objeto, será controlada por los deslizadores.

Ahora se modificara los valores *Min*:-100 y *Max*:0 para el deslizador “o” como se observa en la imagen N°8.



*Imagen N°8. Valores Min y Max para el deslizador del Objeto.*

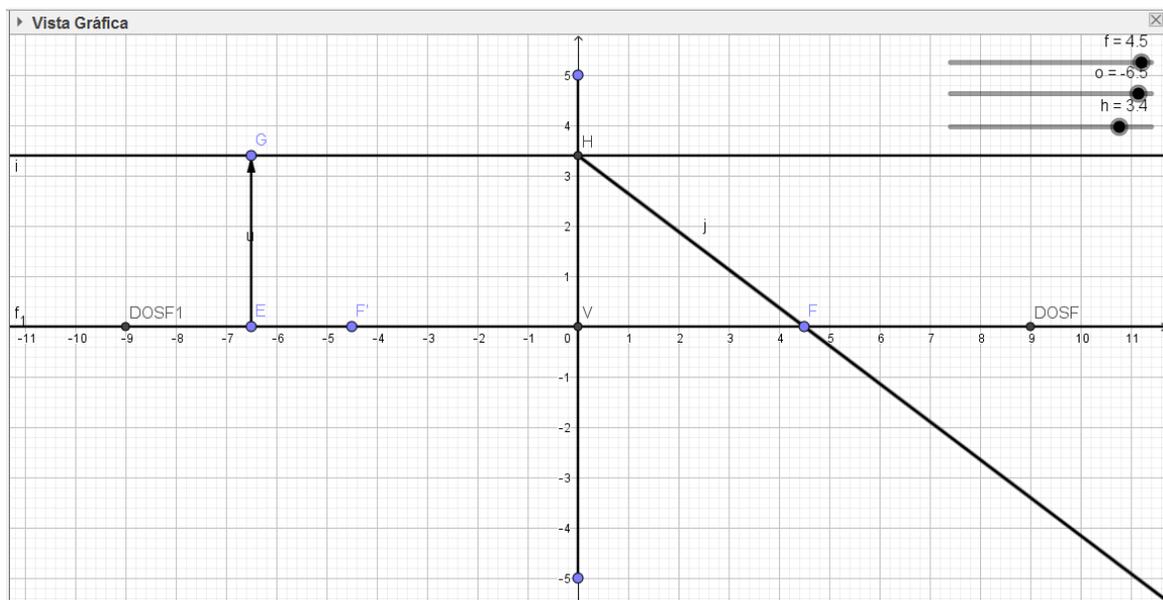
Hasta este punto se tiene construido el espejo y el objeto, ahora se procederá a la construcción de los rayos y de la imagen.

## CONSTRUCCIÓN DE LOS RAYOS E IMAGEN.

Para la construcción de la imagen son necesarios tres rayos.

- **Primer Rayo.** Con la ayuda de la herramienta  **Paralela** se trazará una recta paralela entre el eje óptico y el punto que se encuentra en la parte superior del objeto, seguidamente y con la herramienta  **Intersección** se ubicara el punto de intersección entre la paralela recién trazada y el segmento que funciona como lente convergente, por ultimo y con la

herramienta  **Semirrecta** se trazara una semirrecta con origen en el punto de intersección anteriormente trazado y que pase por el foco, esto debido a que las lentes convergentes concentran todos los rayos en su foco como se observa en la imagen N°9.



*Imagen N°9. Primer rayo*

- **Segundo Rayo.** Con la herramienta  **Semirrecta** trace una semirrecta que tenga como origen el punto superior del objeto y que pase por el centro óptico, como se observa en la imagen N°10.

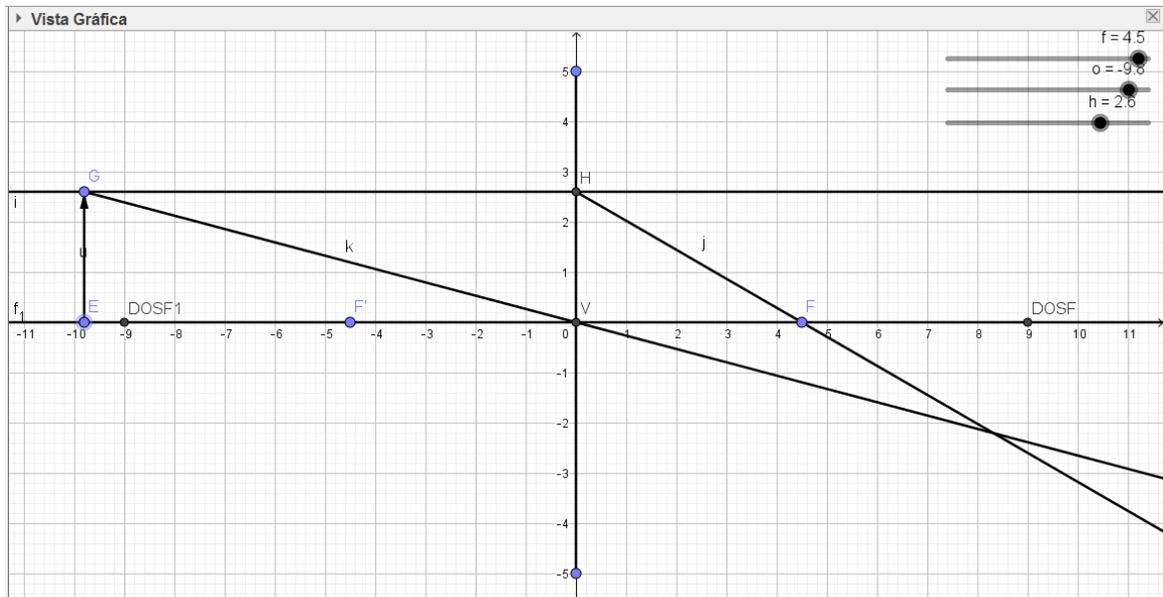
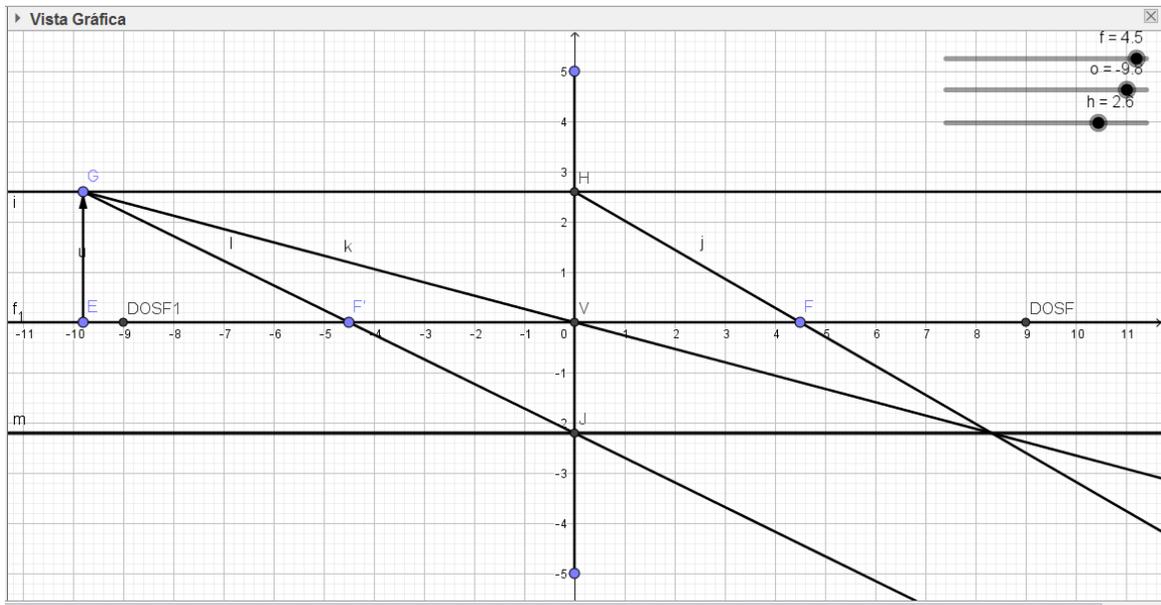


Imagen N°10. Segundo rayo.

- Tercer Rayo.** Con la herramienta  **Semirrecta** trace una semirrecta que tenga como origen el punto superior del objeto y que pase por el foco, posteriormente con la herramienta  **Intersección** trace el punto de intersección entre la lente y la semirrecta que se acabó de trazar, por último, con ayuda de la herramienta  **Paralela** trace una paralela entre el eje óptico y el punto de intersección anteriormente trazado, como se observa en la imagen N°11.



*Imagen N°11. Tercer rayo*

Ahora se procederá a construir la imagen generada.

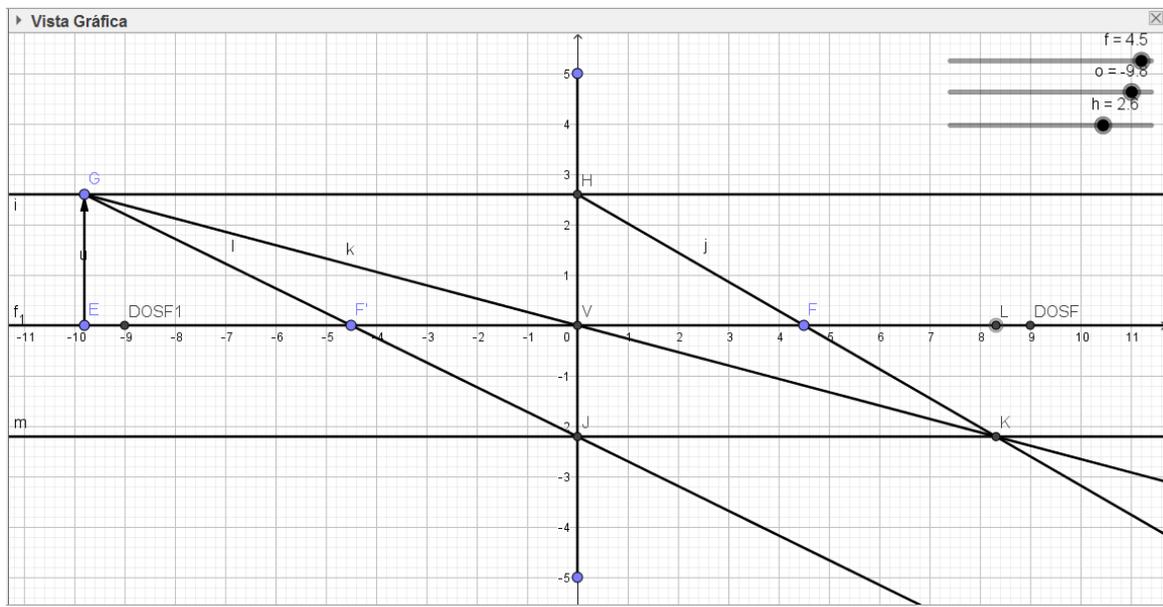
Los tres rayos al atravesar la lente se intersecan en un punto, con la

herramienta  **Intersección** se trazara el punto de intersección entre los

tres rayos, seguidamente y con la herramienta  **Perpendicular** se trazara una recta perpendicular entre el eje óptico y el punto de intersección que se acabó de trazar, a continuación y con la herramienta

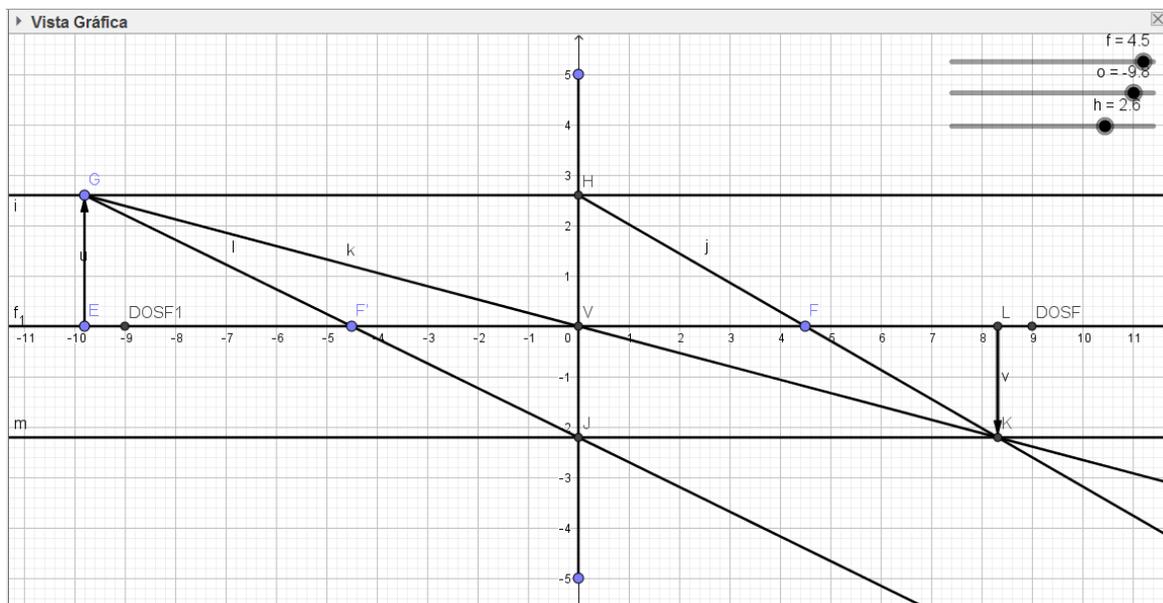
 **Intersección** se trazara un punto de intersección entre la recta perpendicular y el eje óptico y se procede a ocultar la recta perpendicular con

la herramienta  **Mostrar/ocultar objeto**, tal como se observa en la imagen N°12.



*Imagen N°12. Puntos para la construcción de la imagen.*

Por último y con la herramienta  **Vector** se construye un vector utilizando los dos puntos anteriormente trazados, con origen el punto que se encuentra sobre el eje óptico y final el punto de intersección entre los dos rayos, como se observa en la imagen N°13.



*Imagen N°13. Formación de la imagen en una lente convergente.*

Por último, experimente con los deslizadores.

## 5. Análisis de resultados

Una vez se desarrollaron las guías de laboratorio, se procedió a aplicar el post test que consistió en las mismas preguntas realizadas en el pretest, con el objetivo de evidenciar el impacto del trabajo con las guías de laboratorio en los preconceptos de los estudiantes del grado undécimo.

A continuación, se presentan los resultados.

1. Explica brevemente por qué puedes verte a ti mismo cuando te paras frente a un espejo.

La tabla No. 7 muestra los resultados de la pregunta No. 1 del post test.

Variable	Respuesta por estudiante	%
El cuerpo emite luz	1	4,76
Por el material del espejo	1	4,76
Por la reflexión de la luz	19	90,48

Tabla No. 7 Análisis de la pregunta 1 del post-test

Al analizar las respuestas dadas por los estudiantes posterior al desarrollo de las guías de laboratorio, se observa que el 90,48% de los estudiantes logran responder de manera acertada a la pregunta.

Solo el 9,52 por ciento de los estudiantes sigue presentando dificultades conceptuales.

2. Cuando se introduce un pitillo en un vaso con agua, el pitillo parece que se doblara. ¿Por qué sucede esto?

La tabla No. 8 muestra los resultados de la pregunta No. 2 del post test.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Refracción (Debido a luz que cambia de medio)	20	95,24
Refracción (Debido al cambio ondulatorio)	1	4,76

Tabla No. 8 Análisis de la pregunta 2 del post-test

El 100% manifiesta que es debido al fenómeno de refracción, pero solo el 4,76% aunque comprende el fenómeno que sucede, presenta dificultad al momento de sustentar su respuesta.

3. En algunos supermercados, bancos o tiendas suelen encontrarse espejos que se usan para vigilar el lugar. ¿qué notas cuando te paras frente a un espejo como estos?

La tabla No. 9 muestra los resultados de la pregunta No. 3 del post test.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Aumenta o disminuye el reflejo dependiendo de la distancia	21	100

Tabla No. 9 Análisis de la pregunta 3 del post-test

En esta pregunta la totalidad de los estudiantes acertaron en su respuesta, manifestando que ese fenómeno lo pudieron apreciar en la construcción de las imágenes en un espejo convexo.

4. Cuando estas comiendo, puede ser que en alguna ocasión hayas visto tu reflejo sobre la parte brillante de la cuchara, ¿qué características tiene la imagen que se forma en cada lado de la cuchara?

La tabla No. 10 muestra los resultados de la pregunta No. 4 del post test.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Por el frente al revés y por detrás al derecho	21	100

Tabla No. 10 Análisis de la pregunta 4 del post-test

El 100% de los estudiantes dio una respuesta satisfactoria a esta pregunta argumentando que la cuchara por un lado se comportaba como un espejo convexo mientras que por el otro era un espejo cóncavo.

5. Un niño tomo una lupa y mientras jugaba con ella en el patio de su casa, con el sol del medio día sin querer encendió un trozo de papel. ¿por qué sucedió esto?

La tabla No. 11 muestra los resultados de la pregunta No. 5 del post test.

El 100% de los estudiantes respondió satisfactoriamente a la pregunta, argumentando que la lupa se comportaba de la misma manera que las lentes convergentes en la práctica con el GeoGebra.

Variable	Respuesta por estudiante	%
la lupa concentra los rayos del sol en un solo punto, debido a que la lupa es una lente convergente	21	100

Tabla No. 11 Análisis de la pregunta 5 del post-test

6. Las personas con problemas de visión comúnmente utilizan lentes para poder mejorar su visión, ¿Cómo crees que funcionan estos lentes que permiten mejorar la visión?

La tabla No. 12 muestra los resultados de la pregunta No. 6 del post test.

Variable	Respuesta por estudiante	%
Debido al aumento funcionan como una lupa (lente convergente)	21	100

Tabla No. 12 Análisis de la pregunta 6 del post-test

La totalidad de los estudiantes (100%) argumentó de manera satisfactoria la respuesta de la pregunta asociando las lentes de las gafas con lentes convergentes.

Para evidenciar el grado de aceptación de la propuesta, se aplicó un test de Likert a los 21 estudiantes del grado undécimo; la tabla No. 13 presenta el consolidado de las respuestas, donde TA representa Totalmente Acertada, a la cual se le dio una valoración de 5 puntos; A, representa Acertada, y se le dio una valoración de 4 puntos; I, representa Indeciso, y tiene un valor de 3 puntos; D, representa Desacuerdo y tiene una valoración de 2 puntos y por último, TD, representa Totalmente Desacuerdo y tiene una valoración de 1 punto.

La columna “total”, representa la suma del puntaje que se obtiene multiplicando el valor numérico de cada opción por la cantidad de estudiantes que la escogió ( $14*5+5*4+2*3+0*1+0*2=96$ ); la columna promedio se determina dividiendo el valor total de cada pregunta por la cantidad de estudiantes ( $96/21=4,6$ ). Por último, el porcentaje se obtiene dividiendo el puntaje total obtenido de cada pregunta y el puntaje máximo posible que es 105 (21 estudiantes por 5).

En la pregunta 1 se consultó sobre la navegación (que tan fácil le resultó desplazarse por las diferentes pestañas) y la apariencia de la guía conceptual; los resultados muestran que el 90,48% (entre TA y A) manifestó que fue llamativo, mientras que el 9,52% (I) manifestó estar indeciso. En la pregunta 2, al indagar por la guía de laboratorio, el 100% (entre TA y A) manifestó que la guía fue clara y con las instrucciones muy fáciles de seguir. En la pregunta 3 el 95,24% (entre TA y A) manifestaron que las actividades fueron de gran ayuda en su proceso de aprendizaje, mientras que el 4,76% (I) manifestó estar indeciso. En la pregunta 4 el 80,95% (entre TA y A)

manifestó que volvería a usar las actividades para repasar los conceptos sobre óptica geométrica, mientras que el 4,76% (I) manifestó estar indeciso y el 14,29% (entre D y TD) expreso que no las volvería a utilizar. En la pregunta 5 el 76,19% (entre TA y A) indicó que recomendaría las herramientas a compañeros de otras instituciones, mientras que el 14,29% (I) se encuentra indeciso al momento de recomendarla y el 9,52% (entre D y TD) definitivamente no lo recomendaría y por último, en la pregunta 6 el 80,95% (entre TA y A) indica que le gustaría que otras asignaturas emplearan herramientas como estas en diferentes temas, mientras que el 4,76% (I) manifestó estar indeciso y el 14,29% (entre D y TD) expresó que no estaría de acuerdo con la implementación en otras asignaturas.

En el grupo se observa que hay una minoría de estudiantes que son totalmente apáticos a cualquier tipo de trabajo que incluya TIC, esto se puede relacionar con el contexto, debido a que son estudiantes de zona rural y la gran mayoría habita en fincas, por lo tanto, se considera que esta dificultad que presentan estos estudiantes ha sido reflejada en las respuestas a las preguntas 4, 5 y 6 del test de Likert.

Pregunta	TA	A	I	D	TD	Total	Prom	%
P1	14	5	2	0	0	96	4,6	91
P2	19	2	0	0	0	103	4,9	98
P3	15	5	1	0	0	98	4,7	93
P4	8	9	1	2	1	84	4,0	80
P5	9	7	3	1	1	85	4,0	81
P6	17	0	1	2	1	93	4,4	89

Tabla No. 13 Consolidado de las respuestas al test de Likert dado por los estudiantes.

## 6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la escala de Likert y en el post-test, se concluye que la propuesta ha sido exitosa, ya que los estudiantes manifestaron un alto grado de aceptación tanto en la guía conceptual como en la guía de laboratorio.

La física es una ciencia que requiere que lo teórico y lo práctico vayan de la mano, por tal motivo al no existir material de laboratorio, es posible recurrir a diferentes alternativas, donde se ha demostrado que para la óptica geométrica el trabajo con la herramienta GeoGebra toma gran importancia en el aprendizaje significativo en los estudiantes.

Esta propuesta se enfoca en la interacción de los estudiantes con las TIC y la herramienta GeoGebra, permitiéndole modificar parámetros como distancia focal, centro de curvatura, ubicación del objeto sobre el eje óptico, tamaño del objeto, orientación del objeto, para poder identificar las características que posee la imagen, al ser un trabajo interactivo el estudiante le presta la atención requerida en comparación a la elaboración tradicional de estas simulaciones en lápiz y papel.

## 7. Bibliografía

- BELÉNDEZ A; PASCUAL, ROSADO L (1989). Enseñanza de modelos sobre la naturaleza de la luz.
- DITCHBURN R. (1892) Óptica. Editorial Reverte.
- EISBERG R, LERNER I, (1986) Física fundamentos y aplicación, volumen 2, Editorial: MC Graw-Hill de México
- GOMEZ E. (2005) Guía básica de conceptos de óptica geométrica.
- GONZALES C. (2013) La enseñanza de la óptica desde una conceptualización integradora de sus teorías, dinamizada y orientada por una concepción del aprendizaje significativo crítico.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (1998) Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales. Santafé de Bogotá: s.n., 2003
- YOUNG, HUGH D. y ROGER A. FREEDMAN (2009). Física universitaria con física moderna volumen 2. Decimosegunda edición. Editorial Pearson Educación, México, 2009
- HEWITT P. Física conceptual, Novena edición. Editorial Pearson Educación, México, 2004
- ROMERO MEDINA O. Y BAUTISTA BALLÉN M. Hipertexto Física 2. Editorial Santillana.
- JIMENES-GARCIA F., MÁRQUEZ-NARVAEZ C., AGUDELO-CALLE J. Una experiencia didáctica en el diseño e implementación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la física.
- CERVANTES ANGELA, RUBIO LEONELA, PRIETO JUAN LUIS. Una propuesta para el abordaje de la refracción y reflexión total interna utilizando el GeoGebra. 2015
- C. VAZQUEZ FERRI, J. ESPINOSA TOMAS. El GeoGebra en la enseñanza de la Óptica. 2017
- ANDRE LUIS MIRANDA DE BARCELLOS COELHO. Utilização do software Geogebra no ensino de óptica geométrica de lentes esféricas. 2017.
- GAVIOLI DA SILVA WILLIANS. O GeoGebra como ferramenta de apoio à aprendizagem significativa em óptica geométrica. 2015

# ANEXO A: Pretest y Post-test



GOBERNACIÓN DEL HUILA  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
MUNICIPIO SUAZA

**INSTITUCION EDUCATIVA GALLARDO**

Aprobado por Resolución No. 1765 del 2017, para los Niveles Preescolar, Básica y Educación Media Académica en Jornada Diurna única y Educación Formal de Adultos en los Niveles de Básica y Media Académica en Jornada Semipresencial Fines de Semana, hasta el año 2015 Emanada por la Secretaría de Educación, Gobernación del Huila

NIT 813.013.148-7 DANE 241770000201  
Gallardo - Suaza



## PRETEST

1. Explica brevemente por qué puedes verte a ti mismo cuando te paras frente a un espejo.
2. Cuando se introduce un pitillo en un vaso con agua, el pitillo parece que se doblara. ¿Por qué sucede esto?
3. En algunos supermercados, bancos o tiendas suelen encontrarse espejos que se usan para vigilar el lugar. ¿qué notas cuando te paras frente a un espejo como estos?
4. Cuando estas comiendo, puede ser que en alguna ocasión hayas visto tu reflejo sobre la parte brillante de la cuchara, ¿qué características tiene la imagen que se forma en cada lado de la cuchara?
5. Un niño tomo una lupa y mientras jugaba con ella en el patio de su casa, con el sol del medio día sin querer encendió un trozo de papel. ¿por qué sucedió esto?
6. Las personas con problemas de visión comúnmente utilizan lentes para poder mejorar su visión, ¿Cómo crees que funcionan estos lentes que permiten mejorar la visión?

## ANEXO B: Test escala de Likert



GOBERNACIÓN DEL HUILA  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
**MUNICIPIO SUAZA**

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA GALLARDO**

Aprobado por Resolución No. 1765 del 2017, para los Niveles Preescolar, Básica y Educación Media Académica en Jornada Diurna única y Educación Formal de Adultos en los Niveles de Básica y Media Académica en Jornada Semipresencial Fines de Semana, hasta el año 2015 Emanada por la Secretaría de Educación, Gobernación del Huila

NIT 813.013.148-7 DANE 241770000201

Gallardo - Suaza



### EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE TRABAJO

A continuación, se presentan 6 preguntas de selección múltiple, con las opciones:

TA: Totalmente de acuerdo

A: De acuerdo

I: Indeciso

D: En Desacuerdo

TD: Totalmente en desacuerdo

Marque la casilla correspondiente a su nivel de aceptación para cada pregunta.

Pregunta	TA	A	I	D	TD
El diseño de la guía conceptual le resultó llamativa y de fácil navegación					
La guía de laboratorio fue clara y fácil de seguir					
Considera que las dos actividades fueron de mucha ayuda para su aprendizaje.					
Volvería a utilizar la guía conceptual y la guía de laboratorio para repasar los conceptos sobre óptica geometría					
Le recomendaría las herramientas a algún compañero de otra IE					
Le gustaría que estas guías se diseñaran para otras asignaturas					

## ANEXO C: Evidencias de la intervención con los estudiantes

