

# LA TRAYECTORIA DE LA LUZ Y LA CÁMARA ESTENOPEICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES

---

**Oscar Fernando Gallo Aconcha**

Sandra Sandoval Osorio

José Francisco Malagón Sánchez

Juan Alberto Aldana González

Docentes Directores de Trabajo de Grado

Grupo de Investigación Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias EHC<sup>EC</sup>

Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales

Departamento de Física

Facultad de Ciencia y Tecnología

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Bogotá D.C.

2024

# LA TRAYECTORIA DE LA LUZ Y LA CÁMARA ESTENOPEICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES

**Oscar Fernando Gallo Aconcha**

Tesis como opción para obtener el título Magister en Docencia de las Ciencias Naturales

Sandra Sandoval Osorio

José Francisco Malagón Sánchez

Juan Alberto Aldana González

Docentes Directores de Trabajo de Grado

Grupo de Investigación Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias EHC<sup>^</sup>EC

Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales

Departamento de Física

Facultad de Ciencia y Tecnología

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Bogotá D.C.

2024

## **Dedicatoria**

*A mi mamá fuente de sabiduría, que, aunque no se encuentra físicamente conmigo, su amor continúa guiando mis pasos. A mi papá, por su apoyo incondicional y cariño en todo mi proceso de formación de la maestría. A mi novia, por su paciencia, colaboración, amor y palabras de aliento en todo momento. A ustedes muchas gracias.*

## **Agradecimientos**

Este trabajo de grado de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales no hubiera sido posible sin la colaboración de las siguientes personas:

La profesora Sandra Sandoval Osorio, los profesores José Francisco Malagón Sánchez y Juan Alberto Aldana González, excelentes maestros y seres humanos, por la paciencia, colaboración y enseñanzas en todo mi proceso de formación. A ellos, muchísimas Gracias.

A mi hermano por el apoyo incondicional y frases de apoyo para continuar en mi proceso de formación como docente.

A los estudiantes de grado undécimo del Colegio Gimnasio Sabio Caldas por su tiempo y dedicación en el desarrollo de las propuestas planteadas en mi trabajo de grado.

## Contenido

CONTEXTUALIZACIÓN.....	6
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos .....	7
1. LA CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES, UNA MIRADA HISTÓRICA .....	8
1.1. PRINCIPALES CONCEPCIONES SOBRE LA LUZ Y LA IMAGEN .....	8
1.1.1. Concepción Euclidiana.....	8
1.1.2. Concepción Alhazen .....	14
1.1.2.1 Intramisionismo de Alhazen.....	15
2. LA EXPERIMENTACIÓN COMO BASE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE FORMALIZACIÓN TEÓRICA .....	20
3. ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS IMÁGENES .....	25
3.1 OBSERVACIONES DE LAS EXPERIENCIAS DE CLASE.....	27
Información recopilada actividad 1- Guía 1 .....	28
Información recopilada actividad 2- Guía 1 .....	31
Información recopilada Guía 2 .....	37
Información recopilada actividad 1- Guía 3 .....	39
Información recopilada actividad 2- Guía 3 .....	45
CONCLUSIONES.....	50
Bibliografía.....	51
Web grafía .....	51
ANEXOS .....	53

## CONTEXTUALIZACIÓN

En la experiencia del autor, en la enseñanza de la física se han podido evidenciar ciertas dificultades en los estudiantes para la comprensión de algunas temáticas de dicho campo de conocimiento, en particular de la óptica, la cual se ha convertido en una gran preocupación para el autor del presente documento. Uno de los problemas cuando se enseña la óptica, es entender y explicar cómo se forman las imágenes haciendo uso de las experiencias hechas siglos atrás por científicos que contribuyeron a este estudio entre los que se destacan Euclides (330 a.C. - 275 a.C.) y Alhazen (965 d. C – 1040 d. C), y que se ha convertido en una intención para el autor, teniendo presente que la comprensión de dicho eje temático permitirá una interpretación mucho más profunda y analítica de los diferentes fenómenos ópticos. El presente documento quiere mostrar la importancia de esta temática no solo desde lo formativo para el estudiante, sino que también busca que el docente reflexione desde su propia práctica sobre la formación de las imágenes tomando en consideración una serie de actividades experimentales en las que se encuentra la cámara estenopeica, para ampliar sus comprensiones y posibles explicaciones en el aula.

Durante la investigación se realizó la lectura y análisis de diferentes estudios sobre los comportamientos ópticos, especialmente la formación de imágenes, y que como se mencionó anteriormente se eligieron los trabajos realizados por Euclides y Alhazen quienes aportaron a identificar algunas problemáticas en relación con la pregunta ¿cómo se forman las imágenes en el ojo?

Con este trabajo también se busca, no solamente comprender el cómo se originan las imágenes, sino también analizar algunas fuentes fundamentales de la historia de la óptica que permitieron direccionar hacia el estudio de la luz y de la imagen entre otros. El escrito se desarrolla en tres ejes fundamentales: el primero de ellos, consiste en una construcción histórica y sus miradas en cuanto al cómo se forman las imágenes, la trayectoria de la luz y cómo llega al ojo. Un segundo eje, se enfoca en una reflexión frente a lo experimental y su influencia en todo el desarrollo del presente documento. Por último, el tercer eje se enfoca en aplicar unas experiencias específicas con los estudiantes las cuales van a aportar a

identificar dificultades y diferentes perspectivas del fenómeno óptico. A partir de cada una de esas experiencias se hace un análisis de la interpretación de dichas actividades.

Los objetivos trazados durante este proyecto de investigación se construyeron con el fin de trabajar frente a la pregunta ¿cómo se construyen las imágenes?

### **Objetivo General**

Estudiar las contribuciones de Euclides y Alhazen sobre la formación de imágenes, con el fin de identificar y extrapolar los elementos fundamentales que pueden orientar y enriquecer la construcción del trabajo en el aula.

### **Objetivos Específicos**

- Indagar por los principales cambios que ha sufrido la idea de imagen y con ello los cambios experimentados en los conceptos luz, objeto y medio en Euclides y Alhazen.
- Diseñar actividades experimentales fundamentadas en desarrollos investigativos que faciliten la construcción de imágenes, con el propósito de mejorar el estudio de la óptica en el aula.
- Elaborar una propuesta de aula para introducir el análisis de los elementos orientadores de la óptica mediante la formación de imágenes en el nivel medio.

# **1. LA CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES, UNA MIRADA HISTÓRICA**

En la enseñanza de la física en general, y en particular de la óptica, el autor ha observado una serie de dificultades en la comprensión de ciertos fenómenos, especialmente aquellos relacionados con la formación de imágenes. En este sentido a lo largo del tiempo, algunos científicos han llevado a cabo estudios y experimentos con el objetivo de explicar estos fenómenos, llegando a una serie de conclusiones que se abordan en el presente documento.

Es importante mencionar que la formación de imágenes está estrechamente vinculada con la trayectoria de la luz, lo cual permitió avances significativos en el estudio y la enseñanza de la óptica. Por lo tanto, el presente capítulo busca ofrecer una aproximación desde un análisis histórico que contribuya a la construcción de experiencias y explicaciones basadas en lo experimental.

En este capítulo se pretende mostrar la importancia que tiene la luz y su trayectoria en la formación de imágenes en la óptica, haciendo uso de la cámara estenopeica, a través del análisis de las concepciones de Euclides y Alhazen sobre los conceptos fundamentales de la óptica, tales como la luz, imagen, efluvio, objeto y de cómo estas se encuentran ligadas a la formación de imágenes. Importante resaltar que toda esta problemática de formación de imágenes gira con relación a la trayectoria de la luz.

## **1.1. PRINCIPALES CONCEPCIONES SOBRE LA LUZ Y LA IMAGEN**

### **1.1.1. Concepción Euclidiana**

La pirámide visual de Euclides es una representación visual que permite hacer la construcción de una imagen en diferentes escalas. Esta teoría asume que el vértice de la pirámide se encuentra ubicado en el ojo, la base está en la cara visible del objeto y el cuerpo de la pirámide

indica el movimiento rectilíneo de un ente<sup>1</sup> que está entre el ojo y el objeto. La elaboración conceptual de esta pirámide permitió formular preguntas muy puntuales frente a la percepción de imágenes y aproximarlas a una posible solución.

Euclides se plantea una relación entre el objeto observado y la imagen que se forma, tomando como referencia un cono. Como se menciona anteriormente, la cara visible del objeto que observa será la base y el vértice es el observador, en este caso, el ojo. También menciona que la relación entre objeto y observador se da mediante trayectos rectilíneos dando forma al cono y toda la relación geométrica se da con base a la ubicación de objeto.

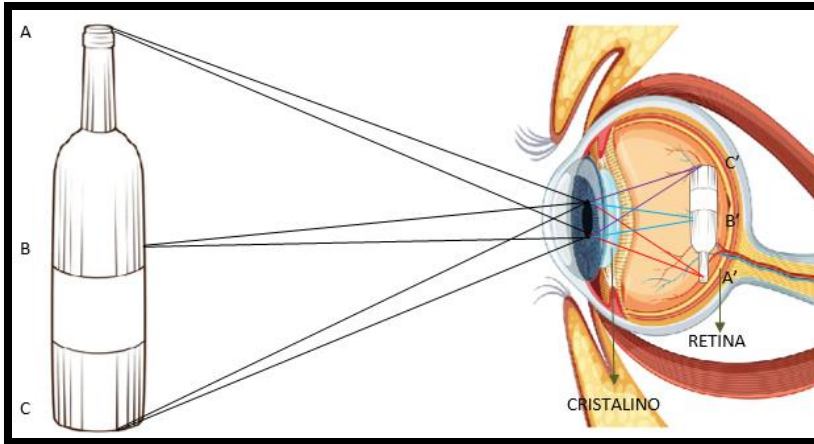
Euclides, hace uso de la pirámide visual para estudiar dificultades frente a la indeterminación de los objetos observados y de cómo estos pueden estar inclinados o no respecto al eje visual haciendo uso de la geometría. En un comienzo, él no se centra por las causas sino por lo aparente, dejando de lado la perspectiva intramisionista<sup>2</sup> y se enfoca en la perspectiva extramisionista<sup>3</sup>. Si se revisa a detalle la teoría planteada por Euclides se puede determinar el uso de un lenguaje extramisionista, sin embargo, si no se hace un análisis al detalle, se podría interpretar que se dirigen desde el objeto hasta el ojo. Vale la pena aclarar que tanto los extramisionistas como los intramisionistas hicieron uso de la pirámide para defender sus teorías, sin tener en cuenta, que esta fue diseñada con el ánimo de anticipar las características en cuanto a las apariencias de los objetos.

---

<sup>1</sup> Cuando se habla de ente hace referencia a aquellos elementos con los cuales Euclides pudo construir sus teorías: punto, plano, línea.

<sup>2</sup> *Intramisionismo*: hace relación en como la luz viaja desde la fuente, es decir, desde el objeto hasta el ojo del observador a partir de la construcción de lo que se conoce como imagen. En las páginas siguientes se realizará una aclaración y ejemplificación frente a dicha teoría.

<sup>3</sup> *Extramisionismo*: hace énfasis en como el observador recibe e interpreta la luz, caso contrario al intramisionismo quien relaciona al objeto como *iluminado* enviado al ojo. En el presente capítulo se realizará profundización respecto a esta perspectiva.

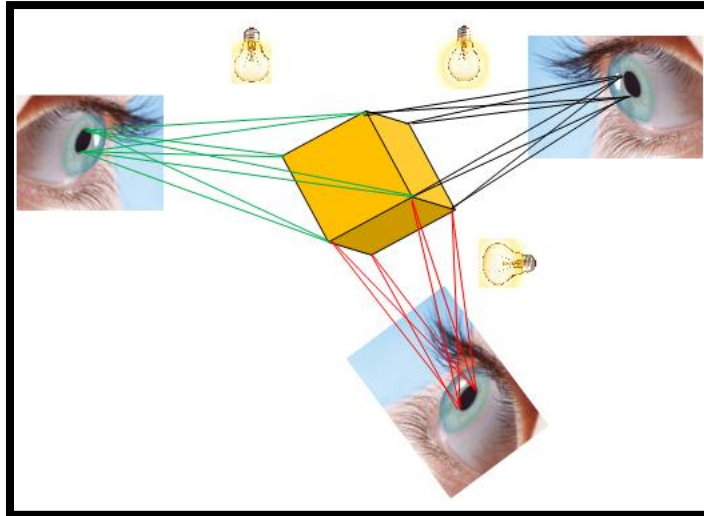


*Figura 1. Representación de la trayectoria de luz de un objeto de manera rectilínea  
Fuente. Elaboración del autor*

En la figura 1, se identifican tres puntos fundamentales: A, B y C, los cuales pueden considerarse como las partes principales del objeto. Desde estos puntos del objeto, se emiten infinidad de rayos que en su totalidad da forma de un cono, llegan al ojo tomando la

entrada por la pupila como su base y sufren un proceso físico que es el de la difracción, razón por la cual, sobre la retina se forma una imagen que tiene mismas características, pero de menor tamaño e invertida. Euclides, en sus estudios, sostenía que la formación de imágenes se orientaba hacia el intramisionismo, una teoría que posteriormente consolidó Alhazen.

Según las ideas de los platónicos y aristotélicos, que después mostró Euclides, un objeto no se percibe de manera integral; en su lugar, la percepción surge de la captura individual de cada una de las partes del objeto. Es decir, que un objeto puede generar una forma igual sobre una región más pequeña teniendo en cuenta la forma esférica del ojo, pero ¿Qué ocurriría si la superficie fuera plana? Para este caso el cristalino (receptor del objeto) debería tener un tamaño similar al objeto que se percibe. Adicionalmente, cada cara visible de un objeto se puede asumir como el vértice de una pirámide de emisión.



*Figura 2. Representación de las diferentes caras de un objeto visible*  
*Fuente. Elaboración del autor*

De acuerdo a la figura 2, si bien existen diferentes pirámides de emisión que se originan en las diferentes caras de un objeto visible, solo existe en su momento una pirámide de recepción para cada observador, teniendo en cuenta que la base de la pirámide se encuentra la cara visible del objeto y el vértice se encuentra en el globo ocular permitiendo la construcción de la misma.

Es importante aclarar que no existe una región definida para delimitar la geometría de dicha pirámide pues no depende solamente del objeto, sino también del receptor, en este caso el cristalino y la luminosidad del entorno.

Es importante resaltar que se tiene una dirección de la visión, la cual para efectos de este trabajo se llamará rayo visual. Este describe la trayectoria de la luz desde el objeto hasta el ojo, y una variación en el tamaño de la imagen formada según la distancia. Además, la influencia del cristalino es crucial para la observación en perspectiva del objeto, al igual que la luminosidad del entorno, ya que esto afecta la construcción de diferentes pirámides en varias direcciones y según la ubicación en la que se encuentre el observador pues podría crear una imagen más nítida.

Desde la idea de pirámide visual se puede realizar un estudio acerca de la indeterminación de los objetos observados y de cómo su inclinación podría afectar la construcción de una

imagen en el ojo. Esta pirámide visual resulta muy importante porque es la base fundamental del estudio de la óptica tomando como referencia las primeras investigaciones realizadas por Euclides y es importante como elemento porque introduce el concepto de “rayos” visuales, representado por líneas rectas que emanan desde el ojo y que se extienden hacia los objetos observados. Este concepto sugiere que la visión sea un proceso de emisión desde el ojo hacia los objetos, una idea un poco a favor del extramisionismo que posteriormente iba a caducar.

Se tiene como referencia el texto de Cardona, C. A. (2020). La pirámide visual: evolución de un instrumento conceptual, quien establece dos enfoques de análisis de la visión tomando como punto de referencia lo extramisionista y lo intramisionista.

Es importante analizar a profundidad cómo se pensaba antes, frente a la idea de imagen y de cómo el objeto es un cuerpo *afín* que para los extramisionistas era una relación directa entre la luminosidad, color y la información que salía desde el ojo hacia el objeto observado. Y es que se puede analizar como algo que se extiende desde el centro del ojo hasta el objeto, considerando únicamente la interacción entre ambos elementos.

Se podría pensar en un comienzo que el objeto es la fuente emisora de luz y que es aquella que se dirige hacia el ojo, que a su vez permite la construcción inicial de lo que hoy se conoce como imagen. Pero allí surgen las siguientes inquietudes ¿el objeto realmente emite luz? Y de ser cierto ¿por qué si se coloca un objeto en un lugar oscuro ya no se vería? ¿no genera luz propia y por lo tanto el ojo tampoco emitiría luz? Y es que Platón en su idea de extramisionismo involucra la idea de luminosidad que, es parte fundamental del trabajo si hace una relación con los objetos observados porque podrían alterar los rayos visuales que se dirigen hacia los ojos y que a su vez podrían alterar las características mismas del objeto ya sea, su tamaño o forma.

En el caso del intramisionismo, surgen los atomistas y griegos quienes coinciden que la percepción visual inicia en el objeto y establecen que esta es simplemente la captación pasiva de la luz reflejada por los objetos donde no se encuentra involucrado el cerebro y tampoco se encuentra envuelta la construcción de las imágenes a partir de nuestra experiencia visual. Por ejemplo, desde dicha perspectiva Demócrito *“asumía que los objetos emiten permanentemente efluvios de átomos que, al conservar aproximadamente la forma de las*

*superficies originales, constituyen imágenes de su fuente”* (Cardona Suárez & Gutiérrez Valderrama, 2022). Por otro lado, Aristóteles refuto de manera significativa los argumentos propuestos por los extramisionistas donde indicaban que el ojo emanaba fuego, teniendo presente que no me permitían ver en la oscuridad, además, las propiedades de este elemento indicarían que con cambios de ambientes se podría extinguir, cosa que no ocurre con la luz. Algo realmente importante que se resalta en la teoría intramisionista, es que para Aristóteles *“si colocamos cualquier cosa que tenga color directamente sobre el órgano mismo de la vista, no se ve.”* (Cardona Suárez & Gutiérrez Valderrama, 2022)

El historiador Oliver Darrigol (2012), en su publicación *A history of optics from Greek antiquity to the nineteenth century*, menciona de manera reiterativa el trabajo realizado por Euclides en su tratado sobre la perspectiva angular y las dificultades sobre el enfoque a las proporciones “aparentes” de longitudes que son ubicadas a varias distancias del objeto estudiado.

Adicionalmente, Euclides en su tratado hace una serie de suposiciones frente a la forma en que viaja la imagen al ojo y que a continuación se mencionarán de manera textual del libro de Olivier Darrigol (2012, pág. 9)

1. Las líneas rectas dibujadas desde el ojo divergen para abarcar las magnitudes vistas.
2. La figura contenida por un conjunto de rayos visuales es un cono cuyo vértice está en el ojo y la base en los límites de las magnitudes vistas.
3. Se ven aquellas magnitudes sobre las que caen los rayos visuales, y no se ven aquellas magnitudes sobre las que no caen los rayos visuales.
4. Las magnitudes vistas bajo un ángulo mayor parecen grandes, las que están bajo un ángulo más pequeño parecen más pequeñas y las que están bajo ángulos iguales parecen iguales.
5. Las magnitudes vistas por rayos visuales más altos parecen más altas, y las magnitudes vistas por rayos visuales más bajos los rayos visuales aparecen más bajos.
6. De manera similar, las magnitudes vistas por los rayos más a la derecha aparecen más hacia la derecha, y las magnitudes vistas por rayos más a la izquierda aparecen más a la izquierda.

## 7. Las magnitudes vistas bajo más ángulos se ven más claramente.

Sin embargo, se considera pertinente hacer una contextualización inicial frente a todo el estudio realizado de la pirámide visual. Dentro de los estudios de Euclides se establecieron unos fundamentos geométricos en los que se involucraban algunos conceptos tales como puntos, líneas y planos entre otros. La idea de pirámide visual, que se aborda en este documento hace referencia a una construcción teórica que busca dar una explicación frente a la formación de imágenes, especialmente en el ojo. Para entender un poco esa idea propuesta por Euclides, se hace una comparación de un poliedro con una base poligonal y caras triangulares que se encuentran en un punto que se denomina vértice. Esto llevaría a pensar que la pirámide visual es una representación mental de cómo se percibe una pirámide en un espacio tridimensional.

Es importante resaltar que Euclides no abordó específicamente el concepto de “cono visual”<sup>4</sup> sino que este sentó las bases para la comprensión de toda la geometría tridimensional, fundamental para la explicación de la formación de imágenes, a partir de una serie de suposiciones mencionadas anteriormente.

### 1.1.2. Concepción Alhazen

Alhazen realiza una reflexión frente a las falencias que presentaba el extramisionismo. A continuación, se señalan los siguientes: si se tiene un objeto iluminado con una luz de gran intensidad, se pierde la capacidad de observar el objeto, dicho esto desde el ámbito biológico, provocaría una serie de sensaciones dolorosas para los ojos. Es allí, donde se analiza la afectación que posiblemente se esté realizando desde el ambiente, teniendo en cuenta que existe un fuego<sup>5</sup> que va enfocado a los objetos poco iluminados.

Es notable destacar el ejemplo que se proporciona para explicar por qué se pueden observar las estrellas durante la noche, pero no durante el día. Este ejemplo sirve como punto de partida

---

<sup>4</sup> Ideal de cono visual que Alhazen restituye en todo su estudio de la formación de imágenes a partir de la cámara estenopeica

<sup>5</sup> El fuego que se entiende en este fragmento no hace referencia a la llama a la cual se le conoce comúnmente, sino como el principio de luminosidad.

para discutir y analizar qué elementos que se encuentran en el entorno alteran la formación de la imagen en el ojo, y cómo estos pueden estar relacionados o no con aspectos corporales que podrían afectar nuestra percepción.

Otro aspecto que se objeta es que cuando se cambian de lugares oscuros a iluminados, el ojo tiende a demorarse en realizar un ajuste en luminosidad, formas y tamaños. Este aspecto iría en contra del extramisionismo porque según esta perspectiva, el objeto propio no es el que está emitiendo la forma y las características del mismo, sino que es la relación del ojo hacia el objeto, entonces, cuando se cambia de un lugar a otro más iluminado, se tiende a pensar que va en una sola dirección, por lo que el proceso de ajuste en las formas, la luminosidad y tamaño se demora en adecuar. Es como si dependiera solamente de la información que se lleva y que en un principio se le llamó efluvio como aquel ente que circula entre las partes.

Alhazen realizó una adecuación con relación a la pirámide visual de Euclides teniendo una perspectiva mucho más intramisionista ¿cómo logró relacionar la pirámide visual de Euclides, con respecto al objeto?

### **1.1.2.1 Intramisionismo de Alhazen**

Alhazen presenta una serie de posturas frente a la idea intramisionista y extramisionista, cosa que permitiría tener ideas más claras, aproximando al lector a una explicación en la formación de imágenes a partir de la cámara estenopeica. Si bien es cierto que Alhazen tenía una postura muy fuerte respecto al intramisionismo, buscó explicar de una manera muy simple el motivo por el cual no formaba parte del equipo de aquellos extramisionistas y que para esta ocasión fueron muy válidas. Habla de la intensidad de la luz, donde esta suele ser muy grande la cual nos genera calor y al momento de construir la imagen por medio del ojo esta no sería observada de manera óptima. Otro aspecto muy importante y que se representa en la cámara estenopeica es que cuando se pasa de un lugar bastante iluminado a uno oscuro los ojos tardan un poco en acomodarse y recibir de una manera más eficiente la imagen y es allí donde surge otra pregunta, en este momento de transición o formación de la imagen ¿Qué es lo que circula

en ese medio? ¿en realidad es aquello que se denomina efluvio<sup>6</sup> o simplemente es una perturbación del medio alterada que hace que la imagen se transporte hacia los ojos?

Alhazen en sus estudios buscó respaldar los trabajos propuestos desde el enfoque intramisionista y propone inicialmente un modelo denominado como puntillista, modelo en el cual se realiza la percepción del objeto a partir de una emisión de pirámides desde cada punto del mismo, es decir, que cada uno de estos puntos eran alterados o afectados por un medio transparente que permitía el transporte de la imagen hacia el ojo. Ello generó discusiones, pues desde una perspectiva platónica y aristotélica, el objeto o como lo llamaban “el alma” no llegaba o no se transportaba en su totalidad y esa construcción de imagen se debía al movimiento de esas partes de objetos que se unían y que permitían el ingreso hacia el ojo lo que daba mayor o menor claridad a la imagen. Esto dio origen a la primera idea de pirámide visual que él denominó como “pirámide de la percepción”.

Otro ejemplo que podría explicar un poco esta perspectiva es el que se observa en las figuras 3a y 3b. Si se colocaran varios cuadrados de diferente tamaño sujetos a un trozo de madera, a su vez estos se distribuyeran a una distancia de 20 cm y una persona se ubicara a la misma distancia y altura promedio de los objetos, se podría ver la secuencia de los cuadrados de las diferentes dimensiones haciendo la respectiva construcción de una pirámide, donde las características iniciales de lo observado podrían ir encaminadas a los tamaños generales, un amplio rango visual, pues permite que el ojo capte otros objetos que se encuentran a su alrededor y parte de los cuadrados que están en fila (figura 2a). Pero si la persona se acerca un poco más hacia los cuadros se empieza a perder ese rango, el cuadro más pequeño se ve de tamaño mayor y las figuras que se encuentran posterior a la primera “desaparecen” y hace ese entorno se reduzca en proporción a la distancia de observación del objeto.

---

<sup>6</sup> Efluvio: considerado como aquellas partículas microscópicas que viajan desde el objeto hacia el ojo, que tratan de conservar la forma original esto visto desde la perspectiva de Demócrito, mientras que, Aristóteles le asignaba una importancia a dicho medio “transparente”.



Figura 3a. *Representación alineación de los vértices del objeto*  
Fuente *Elaboración del autor*

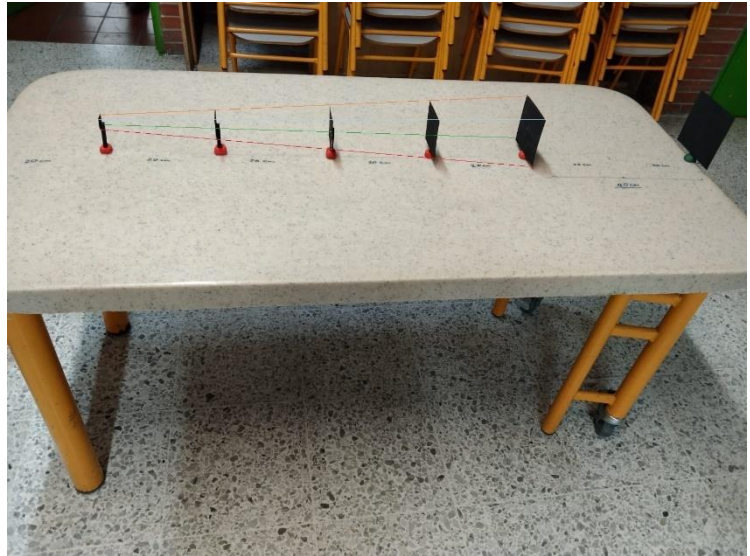


Figura 3b. *Representación de la pirámide de Euclides*  
Fuente. *Elaboración del autor*

Es importante aclarar que este tipo de análisis se realiza de acuerdo con los primeros estudios propuestos y que más adelante se hace un contraste para verificar los aspectos que contribuyeron de manera significativa al estudio sobre la formación de imágenes con la cámara estenopeica.

Dentro de esta mirada surge lo que ellos denominan lo “*sensible*” donde el ojo es alterado y es capaz de recibir la información como luminosidad o forma entre el objeto y un medio sin que el ojo se apropie como tal de las propiedades del objeto

El cono o pirámide visual es un concepto que se usa para la descripción del campo visual que cada sujeto percibe desde un punto en específico. Esa forma se extiende desde el ojo hacia un entorno que nos rodea. También, es pertinente aclarar que Alhazen reconstruye un poco la idea de cono visual, puesto que “*un objeto se concibe como un conglomerado de puntos radiantes que pueden considerarse vértices de pirámides de emisión*” (Cardona, 2020) y dichas pirámides se proyectan a partir de su influencia en todas las direcciones. En este caso si se tuviera presente la córnea y su interposición se daría una dinámica de recepción sensorial que ahora tendría como referencia la base de la córnea en las diferentes pirámides de emisión. También es importante mencionar que todos los rayos de luz se emiten desde cada punto del

objeto en todas direcciones, esto implica que desde cada parte del objeto también se emiten rayos de luz en todas direcciones que llegan a la superficie de la córnea, sin embargo, solo atraviesan la pupila aquellos que llegan sin tener ningún tipo de desviación. Además, solamente llegaría un rayo de luz por cada punto de la cara del objeto.

Alhazen durante sus estudios sobre el comportamiento de la luz y la construcción de imágenes en el ojo, logra superar dificultades de modelos propuestos anteriormente. Su punto de partida se relaciona con la luminosidad, y que a su vez podría ser considerado como un ente independiente del objeto y del ojo. Dentro de sus estudios Alhazen logra demostrar la propagación de la luz de manera rectilínea. Adicionalmente, construye y da una interpretación de cómo funciona una cámara oscura planteando de esta manera un modelo de visión la cual consiste en la construcción de una imagen al interior del ojo.

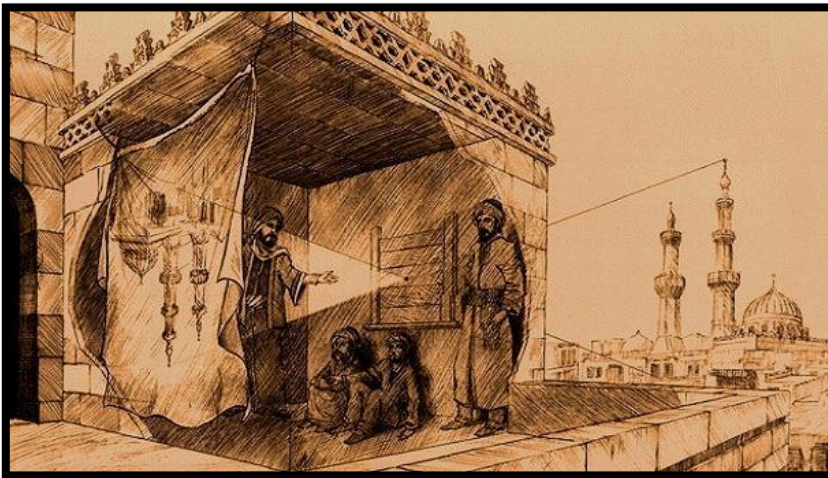


Figura 4. Lo que se interpreta como cámara estenopeica en la Física Óptica

Fuente. <https://acortar.link/cKRYIu>

Alhazen compartía su experiencia sobre la construcción de imágenes teniendo como punto de partida un lugar oscuro donde existía una pequeña ranura por el cual entraba luz, en la cual se proyectaba una imagen del exterior en la pared. Dentro de la experiencia Alhazen relaciona la cámara estenopeica con el ojo y supone que cada uno de los rayos emitidos por un objeto iluminado atraviesa el pequeño agujero (pupila del ojo o estenopo) y forma un punto correspondiente de la imagen al interior del lugar oscuro (retina o pantalla).

Bajo esta propuesta Alhazen establece una relación respecto al ojo como una herramienta óptica y que me permitiría trabajar y comprender el comportamiento de la luz. Con todo el trabajo realizado de Alhazen se pudo considerar ideas fundamentales del fenómeno óptico tales como fuentes secundarias de luz y considerar las fuentes luminosas como aquellas que emiten rayos en todas las direcciones. Esto permitió hacer estudios posteriores frente a fenómenos tales como la reflexión o refracción de la luz.

## 2. LA EXPERIMENTACIÓN COMO BASE EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE FORMALIZACIÓN TEÓRICA

Si bien en el presente documento se presenta un análisis histórico frente a la trayectoria de la luz, la pirámide visual y la formación de imágenes, tomando como referentes a Euclides y Alhazen, la parte experimental juega un papel importante en el desarrollo y comprensión del problema de investigación. En la enseñanza de las Ciencias Naturales, se exploran aquellos fenómenos que ocurren al alrededor, se realizan hipótesis, pruebas de manera empírica y a partir de ello, la comprensión de los conceptos presentes en dicho fenómeno contribuye hacia la reflexión de los aspectos históricos que ello conlleva.

La experimentación permite realizar un método sistemático, donde el docente puede diseñar y desarrollar procedimientos de acuerdo con la necesidades e inquietudes que surgen dentro en la investigación, contribuyendo a la discusión de las teorías iniciales propuestas por Euclides y Alhazen. Además, también permite delimitar los problemas de estudio. Por ejemplo, en el presente escrito, en un comienzo se buscó realizar un estudio y descripción sobre la “formación de imágenes en el ojo” tomando como punto de partida el análisis del trabajo realizado por Euclides y Alhazen. En dicho proceso, se encontraron varios documentos que ayudaron en la construcción de una línea de tiempo con los aportes más significativos que se dieron a la tarea de explicar la formación de imágenes. Estos análisis fueron enriquecidos por actividades experimentales que aportaron al análisis y a la comprensión de cómo se forman las imágenes.

En esa elaboración de la línea del tiempo, se pudo evidenciar que no todos los científicos ofrecían explicaciones que aproximaran a dar respuestas a las inquietudes que se presentaban al inicio del documento. En toda esa búsqueda, surgieron varias preguntas frente al comportamiento de la luz, concepto relevante para el estudio de la construcción de imágenes y las discusiones originadas alrededor de ello.

En este estudio se toman dos fuentes primarias: *Euclides* y *Alhazen*, quienes con sus aportes e investigaciones contribuyeron al origen de la óptica, y que a lo largo de la investigación fueron aportando elementos para aclarar las diferentes inquietudes y dificultades en la investigación. En este sentido la experimentación en este trabajo fue fundamental para

complementar los análisis de los textos históricos y dar respuesta a las preguntas que surgen sobre el comportamiento del fenómeno porque más que realizar una réplica de las experiencias, consiste en abordar la complejidad de dicho fenómeno y ampliar las comprensiones de este.

La experimentación también promueve la generación de nuevas ideas. Es decir, que *“los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor no son estáticos”* (Malagón Sánchez, Ayala Manrique, & Sandoval Osorio, 2013) por lo que la interpretación del mundo o de la experimentación en sí tienden a cambiar. Por ejemplo, el autor comparte las ideas de Malagón et al. (2013) quienes piensan en muchas ocasiones que *“los experimentos revelan fenómenos inesperados o resultados contradictorios que desafían las concepciones establecidas, lo cual no es del todo cierto, simplemente se observa el mismo fenómeno y se socializa acerca de cómo este puede cambiar o transformar o evolucionar a medida que se realizan organizaciones distintas.”* Una explicación muy asertiva de acuerdo a lo mencionado anteriormente, es la manera en que se realizan las experiencias sobre la trayectoria de la luz, formación de la pirámide visual y la cámara estenopeica.

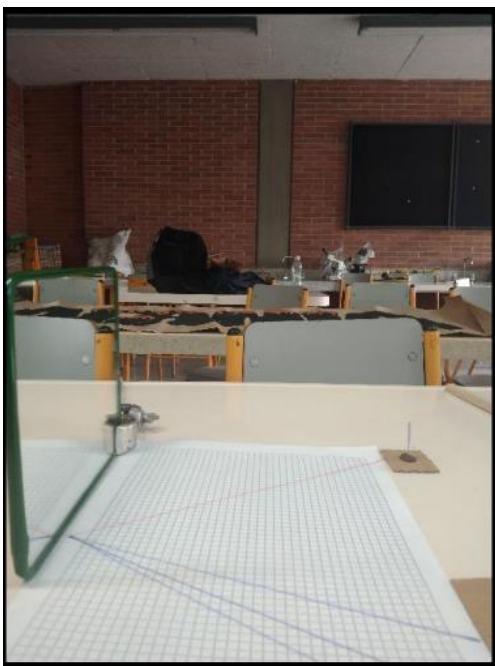


Figura 5. Ubicación del objeto, trayectoria de la luz de manera rectilínea  
Fuente. Elaboración del autor

Por ejemplo, en la primera práctica que fue realizada por el autor y que aportó a la comprensión de la trayectoria de la luz en la formación de imágenes y dado el alcance, se decide aplicarla también con los estudiantes donde se logran establecer una serie de parámetros y condiciones que ayudaron a delimitar la experiencia propuesta inicialmente. Al trazar las proyecciones entre el alfiler inicial con el espejo y los “alfileres reflejados” facilita identificar las trayectorias de la luz, puesto que, inicialmente se asumía que la proyección de la imagen solo iba hasta la superficie del espejo desconociendo la profundidad del mismo, por lo tanto, no se podía observar de manera eficiente el fenómeno de la

reflexión, la trayectoria de la luz y así mismo el reconocimiento de la trayectoria de manera rectilínea. El establecer la superposición de los “alfileres reflejados” permitieron también identificar las características de la luz y como era la luminosidad de acuerdo a la posición donde se encontraba el observador.

La segunda experiencia se hace más importante porque el autor buscaba modelar y construir su experiencia a partir del trabajo de Euclides. En la figura 3b, en la construcción de la pirámide visual se logra identificar y establecer características fundamentales en la construcción de la experiencia teniendo presente conceptos previos como vértice o línea. Adicionalmente, el ubicar los cuadrados de diferentes tamaños y variando las distancias uno entre otro, se encuentran relaciones entre luminosidad emitida por el objeto y nitidez

Y para la tercera propuesta realizada por el autor, fue el unificar las experiencias a partir de la elaboración de la cámara estenopeica y de cómo en ésta se logra articular la formación de las imágenes con la trayectoria de la luz, luminosidad, la ejemplificación de la pirámide visual, la proyección de las imágenes e imágenes más o menos visibles en dicho instrumento.



Figura 6. Cámara estenopeica  
Fuente *Elaboración del autor*

Desde la enseñanza de las ciencias no solo realizan experimentos para obtener resultados concretos, sino que también reflexionan sobre los métodos utilizados, los errores y las implicaciones filosóficas de sus descubrimientos. Esta reflexión conduce a una evaluación continua y a la corrección frente a los métodos experimentales, así como a una mayor comprensión de las limitaciones y el alcance del conocimiento científico.

La actividad experimental es un pilar esencial en la enseñanza de las ciencias. A través de experimentos prácticos, los estudiantes no solo observan fenómenos científicos en acción, sino que también participan activamente en la formulación de hipótesis, el diseño de procedimientos y la interpretación de resultados. Este enfoque no solo fortalece su comprensión conceptual, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades críticas como el pensamiento analítico y la resolución de problemas.

La actividad experimental aporta para que los estudiantes **reconozcan** los principios científicos, lo que les ayuda a internalizar conceptos abstractos de manera más o menos tangible. Por ejemplo, al estudiar la física óptica, los estudiantes pueden construir y manipular dispositivos como cámaras y entender el comportamiento de la luz en diferentes condiciones, así como también la formación de las imágenes estenopeicas para explorar.

Además, la actividad experimental promueve un aprendizaje activo donde la reflexión, el análisis de las situaciones, la participación constante y la colaboración entre pares fortalecen el aprendizaje en el aula. Al trabajar juntos en proyectos experimentales, los estudiantes aprenden a comunicar sus ideas, discutir resultados y enfrentar desafíos de manera colectiva. Esta dinámica no solo enriquece su experiencia educativa, sino que también refleja el proceso real de descubrimiento científico, donde el diálogo y la colaboración son fundamentales.

En el documento se resalta el rol que tiene la práctica experimental ya que se encuentra conectado de manera directa con la construcción y comprensión del fenómeno en estudio, permitiendo de esta manera la ampliación y organización de la experiencia, así como la formalización de conceptos. Frente al proceso de la experimentación surge un aspecto muy importante a resaltar y es la sistematización de la práctica y con ello la complejidad respecto a lo que se piensa del análisis de la información porque surge una necesidad en cuanto a la elaboración de instrumentos precisos que esa sistematización es exclusivamente para los docentes, dejando de lado la búsqueda de la reflexión del estudiante mediante estas prácticas. Cuando se habla de precisión se hace referencia a una guía que esté orientada a que el estudiante solo responda a lo que el maestro quiere escuchar porque se encuentra en los objetivos propuestos en las actividades de clase.

También es pertinente mencionar que, durante la construcción de la experiencia, se busca que el estudiante identifique cualidades y una organización que le permita hablar del fenómeno y junto con ello formalizaciones, clasificaciones o relaciones de orden que les permita comprender el comportamiento de la práctica en su entorno. Y esto resulta ser muy importante porque no se excluye el análisis cualitativo que en muchas situaciones pasa a un segundo plano, al contrario, se empieza a mirar en que parte de la experiencia entra a realizar los aportes desde cada una de esas perspectivas puesto que actividad experimental permite la organización de los esquemas conceptuales.

El papel del docente en este contexto es crucial. Actúa como guía y facilitador, proporcionando orientación mientras los estudiantes exploran y experimentan. El docente no solo estructura y aplica la actividad experimental, sino que también estimula la reflexión crítica sobre los resultados obtenidos, fomentando así una comprensión profunda y duradera de los principios científicos involucrados.

Desde esta perspectiva la actividad experimental no solo enriquece el aprendizaje de las ciencias al proporcionar una experiencia práctica y significativa, sino que también cultiva habilidades, como la curiosidad, la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

### 3. ANÁLISIS DE EXPERIENCIAS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS IMÁGENES

Para dar cuenta de la actividad experimental dentro del presente trabajo, se hace necesario reivindicar la importancia del análisis de textos históricos que han tenido lugar dentro del ejercicio de la formación de imágenes y que aportaron a que práctica docente en la enseñanza de la física óptica fuera significativa en los procesos de formación de los estudiantes de la media.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, es importante resaltar que, antes de realizar las guías de implementación con los estudiantes, se generaron experiencias previas frente a la elaboración de la cámara estenopeica que es un objetivo importante en el presente trabajo. Sin embargo, en todo ese trabajo de elaboración de la cámara, surgieron inquietudes que le dieron un enfoque diferente al presente documento.

Cuando se elaboró la cámara estenopeica surgieron preguntas frente a cómo funcionaba realmente la cámara y cuál era el principio óptico por el cual se generaba la imagen. En esta búsqueda se acudió análisis de fuentes primarias en los que se pudo profundizar que el fenómeno que se presentaba iba más allá de una simple proyección de imágenes. Uno de esos primeros cuestionamientos fue entre quiénes se presentaban las interacciones para producir la imagen, ya que inicialmente pensaba que solo era una relación directa entre el objeto y el ojo en el que no había otro intermediario, aunque posteriormente se dedujo que en esa interacción también tenía que existir una fuente que emitiera luz, pero, lo que aún no tenía claro en ese momento era ¿quién era la fuente que emanaba luz? En ese momento se abordaron ideas relacionadas con el entorno, como que también los objetos debían poseer una luminosidad, sin embargo, la situación se volvía más compleja cuando surgían más cuestionamientos sobre la cámara estenopeica.

Una de esas cuestiones fue cómo se puede ver un objeto en un lugar totalmente oscuro donde no hay ingreso de luz por ningún lado, y en contraposición, cómo se ve el objeto en un lugar extremadamente iluminado. Fue allí donde se comprende que el tema de estudio va más allá de la explicación y análisis de la cámara. Ahora todo iba relacionado al papel que jugaba la luz en dicha experiencia. Y es que, en la construcción de la cámara, especialmente en la

comprensión de la función del estenopo se cuestiona ¿cómo es el comportamiento de la luz al ingresar por ese pequeño orificio? ¿cuáles condiciones de luminosidad se requieren para que se forme la imagen. Para resolver estas inquietudes se piensa en una primera actividad que posteriormente se implementó, el viaje de la luz.

En esa primera actividad se buscó identificar cómo es la trayectoria de la luz y para ello se utilizaron alfileres, un espejo plano, plastilina, una regla, hoja cuadriculada y un soporte para tener estable el espejo. Como primer paso se ubica un alfiler frente al espejo a una distancia de 15 cm, después coloque al costado del espejo y a 18 cm de distancia otro alfiler en donde consideraba que podría estar dicha imagen. Posterior a ello tomé otro alfiler, y lo coloqué al respaldo del alfiler que mencioné anteriormente de tal manera que solo pudiera ver el primero. Una vez finalizada la ubicación de los alfileres me dispuse a trazar las líneas del objeto puesto inicialmente junto con las imágenes reflejada. En un principio aparecieron algunas dudas sobre la trayectoria, pues pensaba que en el trazo de estas líneas ellas debían coincidir exactamente en el espejo, aspecto que se reconsidera al comprender que era necesario tener en cuenta la imagen en el espejo y es allí donde proyectó dichas líneas las cuales esperaba se unieran a la misma distancia en la cual se encontraba el alfiler respecto al espejo, por lo que se pudo deducir como primera instancia el comportamiento de la luz en línea recta.

La segunda experiencia ya surge pensando en la profundidad, característica del objeto y luminosidad el cual en un comienzo lo relacioné con el color del objeto. Cuando se habla de profundidad, se hace referencia a la forma del objeto y la cantidad de luminosidad que recibe este y que a su vez me permite describirlo de acuerdo con la distancia y el punto donde lo esté mirando. Para esta experiencia se contempló abordarla desde la geometría Euclidiana, pero sin mencionar de manera directa los conceptos manejados en sus tratados simplemente hablarlo desde el término luminosidad. Teniendo en cuenta que en la primera actividad se dedujo la trayectoria en línea recta de la luz, ahora necesitaba entender el tema de luminosidad; para ello se ubicaron cuadros de diferente tamaño uno detrás de otro a una distancia de 20 cm de tal manera que coincidieran los vértices y que al final solo se pudiera ver únicamente el cuadro más pequeño. Es allí donde surge un inconveniente, y es que al comienzo me ubicaba de manera errónea por lo que no podía ver la unión de los vértices y

posterior la construcción de la pirámide y era porque no estaba ubicado en el centro de la figura. ello me permitió deducir que, a diferentes distancias entre el ojo y el objeto, la luminosidad será diferente y por lo tanto lo observado será de mayor o menor tamaño.

Y finalmente, la construcción de la cámara estenopeica unifica ideas de las experiencias anteriores puesto que se han construido las ideas sobre los objetos iluminados, relacionados con la trayectoria profundidad, nitidez, importancia del estenopo en el ingreso de luz (se construyeron varias cámaras) porque este me permitió ver imágenes más o menos visibles al ojo.

### **3.1 OBSERVACIONES DE LAS EXPERIENCIAS DE CLASE**

La propuesta de aula que se trabajó está dirigida para estudiantes de media. En una primera intervención se realizó la actividad para los grados once del Colegio Gimnasio Sabio Caldas, cuyo propósito buscaba analizar y desarrollar los problemas relacionados con la construcción de imágenes en el ojo y de cómo este contribuiría al desarrollo de la física óptica. La propuesta de aula consta de tres guías, cada una dividida en dos aspectos: una reflexión documental y otra experimental.

La primera actividad se encuentra enfocada en los viajes de la luz y en la construcción de imágenes a través de los espejos teniendo presente distancias, tamaños y reflexiones de la misma. La práctica de clase busca que los estudiantes a través de los espejos y la reflexión logren reforzar conocimientos ligados con la óptica vistos desde una perspectiva diferente no solo enfocado a lo geométrico.

La segunda experiencia está ligada hacia la pirámide de Euclides y la construcción de imágenes, orientada en la forma, profundidad, intensidad, tamaño y descripción de los diferentes objetos observados.

Y la tercera actividad, es la unificación de las experiencias anteriores, la construcción de la cámara estenopeica, instrumento que permite evidenciar su funcionalidad y su comportamiento en la variación de algunas partes. Adicionalmente, el texto introductorio

permite mostrar los primeros análisis alrededor de la formación de imágenes en el ojo incluyendo variaciones en cuanto a nitidez (cambio en el tamaño del estenopo) y distancias de enfoque respecto al objeto observado.

Gran parte de la investigación didáctica sobre la física óptica está dirigida a describir de manera general en los textos de la educación media los ejes fundamentales de diferentes fenómenos, es decir, que solo definen los conceptos, pero estos nunca se analizan y tampoco se les da un contexto frente a las situaciones que surgieron en la época con el ánimo que tanto estudiantes como docentes decidan retomar artículos y realizar experiencias que contribuyan al proceso de formación en la óptica, en especial la formación de imágenes en el ojo.

Es por ello que, en este capítulo se busca realizar un contraste de lo realizado por los estudiantes del Colegio Gimnasio Sabio Caldas frente a los estudios de Euclides y Alhazen para determinar si aún se siguen cuestionando frente a la construcción de imagen y cuáles son los aspectos fundamentales que tendrán en cuenta al momento de realizar los respectivos análisis. Las guías que fueron objeto de la investigación del presente documento se encuentran adjuntas en los anexos.

### **Información recopilada actividad 1- Guía 1**

Para la actividad se realizó una clasificación según las respuestas de los estudiantes, se dividieron en tres grupos y a partir de ellos se hizo la construcción de las respuestas. La clasificación se hace teniendo en cuenta palabras claves, identificación del problema, primeras dudas frente a la lectura inicial, ubicación de los alfileres en la experiencia y la relación con las teorías del intramisionismo y extramisionismo, es por ello resultan tres grupos de respuestas. En el primer grupo aparecen las respuestas que obedecen a las teorías intramisionistas y extramisionistas, en el segundo grupo se clasificó de acuerdo a las nociones y relaciones que tenían los estudiantes frente a los fenómenos ópticos. Y un tercer grupo que ya relacionaban la experiencia con el ojo a manera de analogía.

Lo que aparece en la columna 1 de la siguiente tabla obedece a las diferentes partes y actividades propuestas en la guía de trabajo. A partir de una lectura introductoria se realizaron unas preguntas para saber un poco sobre lo comprendido por el estudiante.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Ideas Principales de la lectura	Perspectiva intramisionista y extramisionista	Fundamentos de los espejos. Relación vista – objeto Relación reflejo – luz	Se puede destacar como idea principal la explicación de la formación de imágenes teniendo en cuenta el cómo se comporta la luz, el fenómeno de la reflexión, teniendo en cuenta su actuar, es decir, del ojo al objeto o viceversa.
Problema planteado en la lectura	¿Es el ojo quién “conoce” el objeto, o es el objeto que va al conocimiento del hombre?	Confrontación entre la visión extramisionista e intramisionista	El proceso que se requiere para que en el ojo se puedan proyectar imágenes y como factores importantes tanto la luz y la reflexión se ven implicadas en dicho proceso.
Experiencia propuesta en la lectura	Debate sobre la visión desde el	Reconocer la relación de imagen – objeto a partir de la	El texto propone una exploración de diferentes


	intramisionismo y extramisionismo	vista y la luz y el planteamiento a través de otros temas	perspectivas sobre cómo se forman las imágenes y cómo percibimos visualmente el mundo que nos rodea. Describe dos enfoques principales: uno que sugiere que la percepción visual comienza en el objeto observado y otro que considera que la interpretación del observador juega un papel crucial en la formación de imágenes. Esta exploración busca una comprensión más profunda de estos fenómenos y su relación con la explicación de la formación de imágenes a través de la cámara estenopeica.
--	-----------------------------------	---	---

Preguntas que surgen en la lectura	¿Cómo se forma la imagen? ¿envía información desde el ojo al objeto o se envía desde objeto?	¿Cuál es la relación entre objeto – vista? ¿Cómo influye la luz en la vista? ¿Cuál es la visión correcta, extramisionista e intramisionista?	¿Cuáles fueron los experimentos específicos realizados para probar las diferentes teorías presentadas? ¿Cómo se forma la imagen? ¿Cómo afecta la distancia y la posición del observador en la percepción de las imágenes? ¿La imagen se concibe directamente en el ojo o el objeto envía la imagen?
------------------------------------	--	--	--

Los estudiantes en su primera experiencia lograron establecer características fundamentales en los procesos de formación de imágenes, por ejemplo, lograron identificar las trayectorias de la luz hacia el espejo y algunos conceptos relacionados con tamaño, forma, luminosidad y profundidad. Dentro de la experiencia presentaron dificultades al organizar los alfileres uno detrás de otro de forma tal que solo pudieran observar solamente uno.

### Información recopilada actividad 2- Guía 1

Al igual que para la anterior actividad (actividad 1, guía 1) se agruparon las respuestas de los estudiantes en tres grupos y en la columna 1 se hace referencia a la parte de la guía correspondiente.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<p>¿Cuál considera usted que es el comportamiento de la luz en la formación de imágenes?</p>	<p>Desde nuestro punto de vista, la luz funciona con ondas, las cuales chocan contra el objeto y le da su forma</p>	<p>Consideramos que las imágenes se forman por un viaje que hace la luz de manera recta al ojo, teniendo en cuenta que la luz puede encontrarse en un punto y dispersarse en el ojo una vez dentro.</p> 	<p>La luz se mueve en línea recta y esta rebota haciendo que se genere imagen y llegue la información al ojo.</p>
<p>¿Cuál es el proceso que sigue la luz al incidir sobre la superficie reflectante como un espejo?</p>	<p>La luz choca contra el espejo y luego contra el objeto, a lo cual, se forma la figura en el espejo de manera perfecta</p>	<p>Llegamos a la conclusión que este proceso se llama reflexión, debido a que la luz tiene diversos cambios de dirección que pueden ocurrir en ese espacio, lo que interpretamos es que la luz viaja de manera recta hacia el espejo y esta rebota.</p>	<p>La luz llega al objeto mediante un rebote en el espejo haciendo que este lleve la información.</p>

<p>¿Cómo influye el ángulo de incidencia de la luz en la formación de imágenes en un espejo?</p>	<p>Dependiendo de donde venga la luz, y de cómo venga, el objeto se verá con más o menos claridad</p>	<p>El ángulo de incidencia influye en la posición, orientación y tamaño de la imagen formada en un espejo, pues averiguando se descubrió que no se refleja de la misma manera un objeto en un espejo plano a un espejo curvo, pues la imagen se va a ver reflejada de manera distinta, afectando su tamaño real o forma.</p>	<p>Se denomina reflexión y depende desde el lugar en que estemos observando el objeto, este se puede ver más grande o pequeño.</p>
<p>¿Cómo se forma una imagen en un espejo plano y qué características tiene esta imagen en comparación con el objeto original?</p>	<p>Como ya se mencionó, esto se forma gracias a la luz, y a diferencia del objeto original, este reflejo es un objeto bidimensional(2D), viéndose de manera perfectamente idéntica, pero sin la posibilidad de tocarle</p>	<p>La imagen formada en un espejo plano es virtual. Esto significa que no se puede proyectar en una pantalla, sino que solo se ve al mirar directamente al espejo, la imagen es derecha. Esto significa que no está invertida como en</p>	<p>Mediante la información que transporta la luz al espejo y hace que esa información llegue a los ojos</p>

		<p>algunos otros tipos de espejos, la imagen tiene el mismo tamaño que el objeto original. No hay aumento ni disminución en la escala, la distancia de la imagen al espejo es igual a la distancia del objeto al espejo.</p>	
<p>¿Qué sucede con la dirección de la luz reflejada después de incidir sobre un espejo?</p>	<p>La luz rebota para chocar contra el objeto</p>	<p>Cuando la luz golpea un espejo y rebota, simplemente sigue en la dirección opuesta, como si estuviera dando un "rebote". Es como imaginar una pelota que rebota en una pared, la luz hace algo similar cuando rebota en un espejo. Entonces, si la luz golpea el espejo en un ángulo, rebota en la misma dirección, pero en el lado opuesto del espejo.</p>	<p>Llega a los ojos. Considero que en este caso no depende sino únicamente del espejo porque si es curvo los rayos quizás serían menores.</p>

<p>¿Cuál cree usted que es la función de la luz en la construcción de imágenes?</p>	<p>La luz cumple un papel fundamental, ya que es la principal causa de que el objeto se pueda reflejar en el espejo, esto cuando sus ondas chocan entre el espejo y el objeto</p>	<p>La función de la luz en la construcción de imágenes es fundamental ya que la luz es el medio a través del cual percibimos el mundo que nos rodea. La luz interactúa con los objetos y superficies, y esta interacción nos permite ver y comprender nuestro entorno. La luz ilumina los objetos, lo que nos permite verlos. Sin luz, los objetos serían invisibles para nosotros. Cuando la luz golpea un objeto, parte de ella se refleja en nuestra dirección. Esta luz reflejada es lo que vemos y lo que forma la imagen del objeto en nuestra vista</p>	<p>Es muy importante pues se considera un medio que transporta la información.</p>
---	---	--	--

<p>¿Podría construir la trayectoria que sigue la luz desde que se coloca el objeto frente al espejo y que posteriormente nosotros podemos observar?</p>	<p>Esto sirve para, de manera nítida, se pueda ver la imagen del objeto de buena manera</p>	<p>La luz llega al objeto: Imagina que tienes una linterna o la luz del sol. Esa luz ilumina el objeto que colocas frente al espejo. Parte de la luz rebota en el objeto: Algunos rayos de luz que golpean el objeto rebotan en él, como si estuvieran rebotando en una pelota. Estos rayos reflejados son lo que podemos ver. Algunos rayos llegan al espejo: Parte de los rayos reflejados llegan al espejo y rebotan en él. Los rayos se reflejan en el espejo: Los rayos de luz que llegan al espejo se reflejan en él de una manera particular, según las leyes de la reflexión. Estos rayos reflejados</p>	<p>En un comienzo pensé que los rayos chocarían directamente en el espejo y rebotarían generando el efecto de reflexión con un ángulo perfecto, pero no consideramos la imagen y la proyección del objeto hasta que el profe nos solicitó proyectar esas líneas.</p>
---	---	--	--

		<p>forman la imagen en el espejo. Vemos la imagen en el espejo: Finalmente, vemos la imagen en el espejo. Esta imagen es formada por los rayos de luz que han sido reflejados tanto en el objeto como en el espejo y que llegan a nuestros ojos.</p>	
--	--	--	--

Dentro de la experiencia realizada con los estudiantes se pudo observar la importancia de saber realizar los trazos con respecto a la imagen proyectada, teniendo muy presente que en un comienzo solo se hablaba en términos del fenómeno de la reflexión y no de la profundidad de la imagen por lo que tampoco se podía identificar en un comienzo la distancia a la cual se encontraba el objeto respecto al espejo. También se logra trazar las líneas en las cuales todas se encuentran definiendo de esta manera trayectorias rectilíneas de la luz.

En la segunda implementación que se realizó se enfocó en la construcción de la pirámide visual de Euclides en la que se busca una elaboración teórica y experimental mucho más eficiente del viaje de la luz para la construcción de la imagen en el ojo. A partir de la lectura introductoria se recolectó la siguiente información:

### Información recopilada Guía 2

Ideas principales de la lectura	Tenemos los dos enfoques de nuevo con posibles hipótesis de la creación de imágenes. Con la principal constante
---------------------------------	---

	<p>¿dónde empieza la creación de imágenes?, por un lado, decimos que es un proceso el cual el ojo emite “rayos” visuales hacia los objetos, pero no solo la luz se encuentra en este proceso si no que se hace necesaria la aparición de procesos cognitivos. Pero también puede que se dé a partir de los objetos el cual este libere efluvios de los átomos de la fuente teniendo un proceso más directo</p>
<p>Problema planteado en la lectura</p>	<p>El problema planteado es prácticamente dónde surge la creación de imagen y a su vez, que mecanismos podemos utilizar para descubrir el origen de esto.</p>
<p>Experiencia propuesta en la lectura</p>	<p>La experiencia planteada es hacer una pirámide visual que nos permita entender esa perspectiva que tenemos del mundo que nos rodea con diferentes enfoques, con mecanismos influyentes como la luz el objeto etc...</p>
<p>Preguntas que surgen a partir de la lectura</p>	<p>¿dónde inicia la creación de imágenes?  ¿cómo vemos las cosas así son verdaderamente? ¿qué podemos hacer para entender el origen la creación de imágenes?  ¿es la luz tan importante como parece o es la conciencia?</p>

Para los estudiantes existe un dualismo frente a las ideas intramisionista y extramisionista, discusión generada frente al lugar donde posiblemente se podrían crear las imágenes ya fuese desde el objeto al ojo o viceversa. Si se generara la imagen del objeto hacia el ojo, tendría que existir un medio diferente al aire que le permitiera entender aquellas imágenes generadas. Para otros estudiantes en el caso contrario que la imagen viaja del ojo al objeto, simplemente habría un transporte de información que me permitía formar la imagen.

Un aspecto a rescatar en la segunda experiencia, es la interpretación en la unificación de los vértices de los diferentes cuadrados para poder observar únicamente el más pequeño, esto se hacía con el fin que el estudiante pudiera relacionar las trayectorias de la luz en ambas experiencias, que quizás pensaban que al ser diferentes situaciones su comportamiento sería distinto. Adicionalmente, para ellos en la segunda experiencia no hablaban propiamente de una pirámide visual sino de un triángulo visual y este tiende a variar según la perspectiva o punto de referencia de acuerdo al lugar donde cada sujeto se encuentra ubicado, es decir, se puede ver solamente la imagen que se encontraba en primer lugar, pero no podían identificar la forma puesto que este era analizada con respecto a la superficie de apoyo de cada uno de los cuadros que se ubicaban al frente de cada estudiante.

Para la última experiencia y la más importante es la construcción de la cámara estenopeica para determinar la construcción de las imágenes. Para ello se realiza 2 actividades, la primera de ellas es una lectura complementaria que ayuda a los estudiantes a comprender un poco sobre la cámara estenopeica, qué es, cómo funciona y cuál es su relación respecto a las actividades realizadas anteriormente. Y la más importante es la construcción de la cámara estenopeica como proceso fundamental en el aprendizaje de la formación de imágenes.

### Información recopilada actividad 1- Guía 3

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Ideas principales de la lectura	Las ideas principales que yo logré adquirir de la lectura fue que primeramente en	El texto se evidencian dos ideas principales en los estudios, centradas	La cámara estenopeica nos sirve para realizar una visión óptica a la

	<p>esta se está haciendo una relación de la óptica y la física y como esto se convirtió en un gran descubrimiento, también por otro lado nos comenta como esta puede tener varios factores como lo son la luz, la perspectiva, etc.</p>	<p>en la visión como paradigma. Por un lado, se menciona el intramisionismo, que habla sobre la percepción visual que surge a partir de la activación de los receptores sensoriales por objetos externos, lo que genera experiencias internas, es decir que lo que vemos viene de afuera, como cuando la luz golpea nuestros ojos. Por otro lado, se plantea el extramisionismo, que propone que la percepción visual es el resultado de proyectar experiencias internas hacia un mundo poblado de objetos externos, en otras palabras es más como una proyección de lo que</p>	<p>cual no estamos acostumbrados, con esta se exploran los puntos del intramisionismo, que se basa en el hecho de que ver algo es una experiencia causada por otras experiencias, y, por otro lado, tenemos el punto extramisionista que presupone que la percepción visual es el resultado de una proyección</p>
--	---	---	---

		está dentro de nuestra mente hacia el exterior.	
Problema planteado en la lectura	El problema que yo identifiqué es que primeramente nos comenta dos posturas que son: La intramisionista y la extramisionista, y sus controversias ya que como nos dice la lectura la intramisionista es que al ver algo que conlleva una experiencia, nosotros la adquirimos de manera visual ya que creemos que es así, por otro lado en el caso de la extramisionista nos comenta que todo es un flujo de experiencias que nos lleva a tener la idea que al finalizarla será un objeto	En el texto se plantea un conflicto entre las posturas intramisionistas y extramisionistas en los estudios de percepción visual. El problema central radica en la pregunta sobre cómo se origina nuestra percepción: ¿Es principalmente resultado de los estímulos externos que activan nuestros sentidos (intramisionismo), o más bien una construcción interna basada en nuestras experiencias y expectativas (extramisionismo)?	Conocer cual, de los dos puntos, si el intramisionista o el extramisionista, es el punto acertado, esto asociado a la cámara estenopeica

	externo, o que simplemente siempre estaremos rodeados de objetos externos		
Experiencia propuesta en la lectura	La experiencia propuesta fue la creación de la cámara estenopeica y como a partir de esta se generan las imágenes y así mismo como las percibimos nosotros	Principalmente se busca que nosotros como estudiantes comprendamos el funcionamiento de la cámara estenopeica y abordemos el estudio de los principios teóricos de la óptica desde Euclides hasta los conceptos utilizados en la época de Alhazen, como la luz y la cámara estenopeica para luego enfocarnos en la construcción del instrumento y medidas de las diferentes partes la cámara que permitirán caracterizar o describir los	Poder observar, a través de la cámara estenopeica, una visión óptica a la cual no estamos acostumbrados en la vida cotidiana, y con esto, conocer mejor lo propuesto por Alhazen

		diferentes tipos de imágenes.	
Preguntas que surgen a partir de la lectura		<p>¿Por qué es relevante entender la controversia entre las posturas intramisionistas y extramisionistas para comprender el funcionamiento de la cámara estenopeica?</p> <p>¿Cómo se relacionan las activaciones de periferia en nuestros receptores sensoriales con la construcción y uso de la cámara estenopeica? ¿Cómo influyen nuestras experiencias internas en la percepción visual de los objetos externos?</p>	<p>¿Cómo es el funcionamiento de la cámara estenopeica?</p> <p>¿Influye en algo el nivel de luz que sea proyectado sobre la cámara?</p> <p>¿Qué factores afectan el uso de la cámara?</p>

Para la segunda parte de implementación de la guía número tres se decide hacer la construcción de la cámara estenopeica. Para ello hubo una lectura introductoria en la que se buscaba contextualizar al estudiante sobre el instrumento, su objetivo y la relación existente que había entre las actividades anteriores. Para ello, el docente explico un poco en qué

consistía la cámara estenopeica, los aportes realizados en la óptica y para que nos servía en la actualidad. Les mencionó las partes más importantes de la cámara: estenopo y la superficie de proyección.

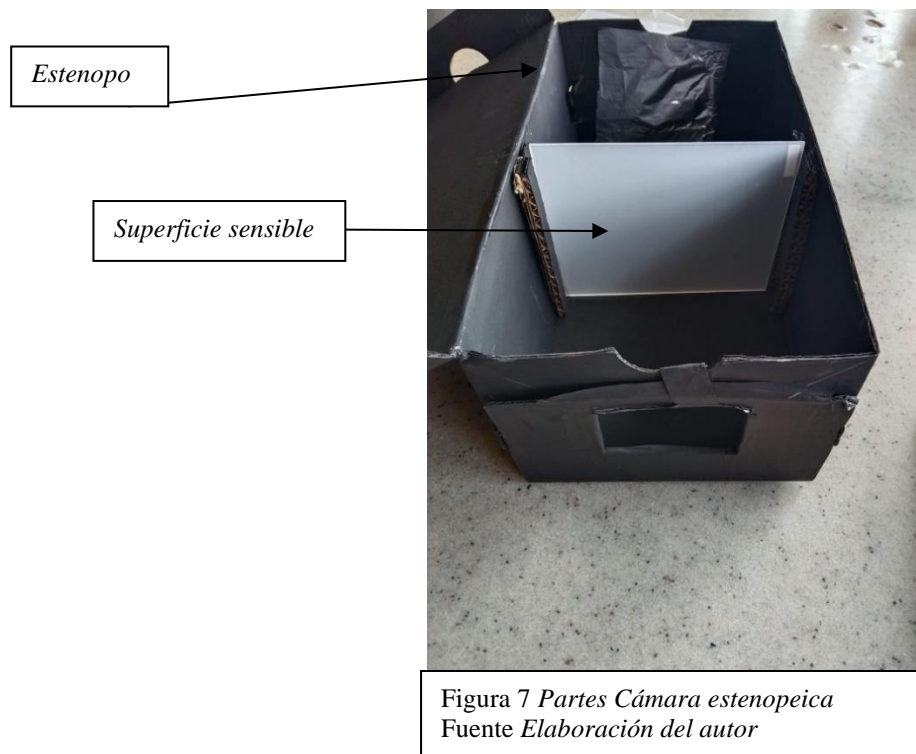




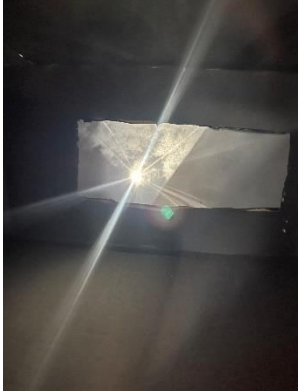
Figura 7 Partes Cámara estenopeica  
Fuente Elaboración del autor

De acuerdo a la experiencia realizada con los estudiantes se puede establecer que, desde la óptica, la construcción de una cámara estenopeica revela principios fundamentales sobre la formación de imágenes y la propagación de la luz. Al utilizar un pequeño agujero (estenopo) en lugar de una lente, la cámara estenopeica se basa en el principio de proyección óptica, donde la luz pasa a través del agujero y se proyecta en una superficie sensible, creando una imagen invertida. Este instrumento muestra cómo la luz viaja en línea recta y cómo la cantidad de luz que entra afecta la exposición y la nitidez de la imagen. El tamaño del estenopo es crucial: un agujero más pequeño produce imágenes más nítidas, pero con menor luminosidad y mayor tiempo de exposición, mientras que un agujero más grande aumenta la cantidad de luz, pero reduce la definición. Así, la cámara estenopeica no solo demuestra la relación entre luz y forma de imagen, sino que también proporciona una experiencia directa de los conceptos de profundidad de campo y difracción en la óptica.

## Información recopilada actividad 2- Guía 3

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Funcionamiento	<p>El papel principal lo tiene un pequeño agujero, llamado estenopo, para capturar imágenes. Cuando la luz incide en el sujeto, cada punto refleja luz en todas las direcciones. La cámara estenopeica selecciona un solo rayo de luz de cada punto, mientras que los demás son bloqueados, permitiendo que ese único rayo forme un punto en la superficie sensible, creando así la imagen, en otras palabras, esto se debe a que el agujero al ser tan pequeño reduce la dispersión de la luz, lo que a su vez produce una imagen más definida, pero con menos luminosidad.</p>	<p>Al observar desde la abertura de 4 cm, se puede observar cómo, lo que se ve desde el agujero que tiene el aluminio, se proyecta en el papel pergamino, pero la imagen se ve a la inversa. Esto puede pasar debido a que como toda la caja es color negro, la luz no tiene donde rebotar, entonces esta solo rebota en el papel pergamino, lo que genera que la imagen se vea a la inversa, esto apoyado en el hecho de que el orificio que tiene el aluminio no permite entrar la luz suficiente.</p>	<p>Como inicio para su óptimo funcionamiento debe estar la caja totalmente oscura, pero a pesar de todo sigo sin entender cómo es que al mirar por la caja a un lugar la imagen se invierte, algunas de mis teorías es que la luz tiene mucho que ver, sin importar donde se mire con la cámara creo que la luz revota con el pergamino llevándolo hacia el aluminio hacía un efecto de cuchara, aunque no lo tengo del todo claro.</p>

<p>¿Cómo se ven dichas imágenes? ¿por qué?</p>	<p>Se ve la imagen del objeto al revés, la luz entra a través de un pequeño agujero (el estenopo) en una caja oscura y proyecta una imagen invertida en el interior de la cámara, luego de esto, se dispersa y forma un cono de luz en el interior de la cámara, los rayos de luz que entran por la parte superior del objeto que se está observando, viajan hacia abajo y se proyectan en la parte inferior de la imagen en el interior de la cámara. Es un poco como si los rayos de luz estuvieran "dando la vuelta" dentro de la cámara, lo que resulta en una imagen invertida, la cual evidencie nítida, aunque muy oscura.</p>	<p>Como ya se mencionó, las imágenes se ven de manera inversa, y dependiendo de la distancia a la cual este el marco con el papel aluminio de la abertura de 4 cm, la imagen se verá más grande o más pequeña. Se cree que la imagen se ve más pequeña por la forma en cómo actúa la luz a la hora de entrar por el agujero del aluminio y chocar con las paredes de un color negro, y esto relacionado con la distancia del marco, entre más cerca este del aluminio, más pequeña se ve la imagen, y entre más lejos este, más grande se ve.</p>	<p>Pues depende de cuanta distancia tenga el lente, pero pongámoslo en la mitad, las imágenes no se ven ni tan lejos ni tan cerca, la nitidez es media y algunos colores logran verse bien si empre y cuando estén recibiendo mucha luz ya que si no es así se verá a escala de grises, por otro lado, si la botella es transparente no se logra ver bien la imagen, las puertas se ven como si estuvieran a contraluz e igual las personas además de no verse tan nítidas pero esto también se debe a la iluminación ya que a pesar de que haya luz pero el objeto no lo esté recibiendo directamente se verá con tonalidades oscuras o puede llegar a no verse, sin</p>
--	---	---	---

			<p>mencionar que todas las imágenes se ven invertidas.</p> 
--	---	--	--

Después de realizar una variación en el estenopo de cámara se realizaron las siguientes preguntas relacionadas respecto a la nitidez, luminosidad y la imagen

<p>¿Qué características encontró en común?</p>	<p>La luz entra en línea recta, la imagen es completamente a la inversa, es decir, en su sentido opuesto. Al observar la imagen, no se obtiene un rango de excelente calidad puesto que esta cámara no contiene lente alguno Los colores son muy poco saturados, pero dependiendo su ángulo o diámetro la claridad o nitidez</p>	<p>A pesar de que el tamaño del estenopo cambiara, la imagen seguía viéndose invertida, y también, aunque la imagen se ve mejor en el agujero pequeño, los colores siguen siendo los mismos, pero con más y menos luz.</p>	<p>La luz entra en línea recta, la imagen es completamente inversa, es decir, en su sentido opuesto.</p> <p>Al observar la imagen, no se obtiene un rango de excelente calidad puesto que esta cámara no contiene lente alguno. Los colores son muy poco saturados, pero dependiendo su ángulo o diámetro</p>
--	--	--	---

	puede tener un leve nivel de mejora		la claridad o nitidez puede tener un leve nivel de mejora.
¿Qué diferencias pudo observar durante la actividad?	Al hacer cámaras estenopeicas con diferentes diámetros de estenopo, se pueden obtener una variedad de resultados visuales que afectan la intensidad de luz, la profundidad de campo, la nitidez de la imagen, el contraste y la saturación de colores, así como la posibilidad de crear efectos artísticos únicos.	El tamaño del estenopo influye en la calidad de la imagen, esto debido a que cambia la cantidad de luz que entra en la caja. La distancia a la cual se encuentre la pantalla del agujero del aluminio influye en la nitidez y la calidad de imagen que se observa	Al hacer cámaras estenopeicas con diferentes diámetros de estenopo, se pueden obtener una variedad de resultados visuales que afectan la intensidad de luz, la profundidad de campo, la nitidez de la imagen, el contraste y la saturación de colores, así como la posibilidad de crear efectos artísticos únicos.

Estas actividades realizadas con los estudiantes permitieron identificar las posturas que ellos tenían en un comienzo frente al comportamiento de la luz. Si bien es cierto que ellos no mencionaban sus perspectivas de manera directa, al momento de realizar las actividades de la luz o pirámide visual o cámara estenopeica si tenían unas interpretaciones asertivas y en otras situaciones, tenían unas ideas que permitían construir la historia de la óptica teniendo como base las lecturas introductorias en cada una de las guías.

Las actividades permitieron desarrollar y fortalecer la capacidad crítica de los estudiantes donde se cuestionaban de manera constante los comportamientos de la luz y las incidencias que se daban si había algún tipo de alteración al entorno, pues en la primera experiencia lograron identificar los trazos que se daban en la imagen reflejada en el espejo y el punto donde se unían. En el caso de la pirámide visual, esto les permitió caracterizar profundidad y luminosidad frente a las distancias en las que se ubicaban los cuerpos de distinto tamaño haciendo que coincidieran los vértices de los diferentes objetos y esto a su vez les ayudó a identificar y comparar las trayectorias de la luz. Y por último y el más importante es la construcción de las imágenes en la cámara estenopeica les permitió identificar la trayectoria de la luz y las características de la imagen que se formaba allí y de cómo esta cámara tenía un comportamiento similar al ojo. Se puede considerar que la actividad ayudó a reforzar toda la parte histórica y práctica de la óptica que en muchas ocasiones es olvidada.

## CONCLUSIONES

Algunas de las consideraciones que surgen del autor a partir de la investigación se presentan a continuación:

Es crucial abordar la formación de imágenes en el ojo desde dos enfoques fundamentales: el histórico y el experimental. Esto permite profundizar el análisis de los trabajos de Euclides y Alhazen en distintas épocas, acercando a docentes y estudiantes a una comprensión más amplia. Además, facilita la conexión entre los conceptos de física óptica y el entorno.

Es importante realizar los análisis ópticos desde las miradas intramisionistas y extramisionistas. Desde la primera mirada (intramisionista) se examina cómo los componentes internos de la cámara, como el tamaño y la forma del estenopo, afectan la calidad de la imagen. Adicionalmente, la luz al atravesar el estenopo posibilita reflexionar sobre la trayectoria de la misma, mostrando que la luz se mueve de manera rectilínea. En el caso de la mirada extramisionista permite mostrar las problemáticas que se presentaron inicialmente al querer explicar el fenómeno puesto que para ellos los rayos eran emitidos por los ojos. Los contrastes de ambas visiones permitieron analizar y explorar las dificultades al momento de explicar el fenómeno a partir de la cámara estenopeica y hacer toda una construcción fenomenológica a partir del comportamiento de la luz.

Es fundamental que los estudiantes aprendan a analizar experiencias concretas. Por ejemplo, en la cámara estenopeica, al girar la imagen, los estudiantes se colocan boca arriba, explorando la interpretación de perspectivas intramisionistas y extramisionistas y buscan una relación en el cómo la luz viaja desde el objeto hasta el ojo del observador, abordando la física óptica desde la construcción y la interpretación de imágenes.

Y finalmente, la propuesta de aula se centra en no partir solamente de los postulados Euclidianos de óptica geométrica, sino en considerar actividades y diagramaciones que faciliten a los estudiantes entender la trayectoria rectilínea de la luz. Esto les permite establecer puntos de referencia y explorar proporciones, recorridos y posiciones de la imagen, construyendo su comprensión a lo largo del proceso educativo y reorientar el papel de la experimentación y su vínculo con los aspectos teóricos presentados allí.

## Bibliografía

Cardona Suárez, C. A. (2012). El problema de Alhacén. *Asclepio; archivo iberoamericano de historia de la medicina y antropología médica*, 64(1), 251–276. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2012.v64.i1.520>

Cardona, C. A. (2020). La pirámide visual: evolución de un instrumento conceptual. Editorial Universidad del Rosario, 43-95

Darrigol, O. (2012). A history of optics from Greek antiquity to the nineteenth century. Oxford University Press.

González-Cano, A. (2015). Alhacén: una revolución óptica. *Arbor*, 191(775), a262. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5001>

Lindberg, D. C. (1981). *Theories of vision from Al-kindī to Kepler*. University of Chicago Press.

Malagón Sánchez, F., Sandoval Osorio, S., & Ayala Manrique, M. M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica Nueva Serie*, 119–138. <https://doi.org/10.25100/pfilosofica.v0i36.3467>

## Web grafía

*Modelo de visión de Alhacén*. (s/f). Umh.es. Recuperado el 13 de junio de 2024, de <http://rsefalicante.umh.es/TemasVision/Luz-vision04.htm>

Barbero Briones, S. (2013). Los defectos ópticos de la visión explicados por Aristóteles. *Asclepio; archivo iberoamericano de historia de la medicina y antropología médica*, 65(1), 005. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2013.05>

*III. HISTORIA DE LA ÓPTICA.* (s/f). Edu.mx. Recuperado el 8 de marzo de 2023,  
de <https://acortar.link/JVZywe>

# ANEXOS

GIMNASIO SABIO CALDAS (IED)

GUÍA DE APRENDIZAJE

VIAJES DE LA LUZ EN LA CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES A TRAVÉS DE LOS ESPEJOS

Grado: Undécimo

Nombres:

---

Preliminar

Cuando colocamos un objeto en un espejo, podemos ver la representación de ese objeto mediante una imagen. Para la enseñanza de la óptica y la construcción de imágenes es pertinente hacer uso de instrumentos que permiten mostrar toda la influencia e impacto de dichos elementos como lo son imagen, luz, reflexión, fuente, efluvio y de cómo ellos han generado una aproximación hacia la explicación sobre el comportamiento de la luz, su trayectoria e importancia en la formación de las imágenes. Los estudios realizados por diferentes científicos sobre el fenómeno de la reflexión son una clara muestra de la incidencia que se ha tenido en diferentes épocas para el desarrollo de las ciencias.

El presente documento es una propuesta para el diseño de una unidad didáctica enfocada en la enseñanza de la óptica, específicamente en la formación de imágenes en espejos planos y el comportamiento de la luz. A lo largo de este trabajo, se explorarán los conceptos fundamentales relacionados con la reflexión de la luz y su influencia en la generación de imágenes, así como la relevancia histórica de los estudios científicos en este campo.

La guía tiene como objetivo principal proporcionar a estudiantes y docentes herramientas para promover la transformación de los planes curriculares, integrando material concreto y prácticas de enseñanza-aprendizaje más significativas.

A través de una serie de actividades distribuidas en dos sesiones, se pretende que los estudiantes desarrollen habilidades analíticas y argumentativas en relación con fenómenos físicos específicos, centrándose en la formación de imágenes en espejos planos y el viaje de la luz.

El enfoque de la actividad está centrado en la observación de imágenes en espejos planos, el estudio de textos históricos relevantes y la construcción de ideas sobre la formación de imágenes en esta experiencia.

En resumen, esta propuesta de enseñanza busca fortalecer el pensamiento científico y analítico de los estudiantes, brindándoles las herramientas necesarias para comprender y aplicar los conocimientos adquiridos en el campo de la óptica, contribuyendo así al enriquecimiento de los procesos teórico-prácticos en la enseñanza de las ciencias físicas.

La guía muestra la importancia de la física óptica, los conceptos que surgieron tales como imagen, objeto, luz, espejos; y de cómo puede ser orientada hacia los procesos de formación de los estudiantes de grado 11. En tanto, muestra la importancia de saber cómo viaja la luz, realizando experiencias con los estudiantes, haciendo uso de instrumentos como lo son los espejos planos, desarrollando así, habilidades de pensamiento en los estudiantes apoyado de un referente histórico como Alhazen.

La guía permitirá dar cuenta de cómo se forma esa imagen, la manera en que se ve del mismo tamaño, la misma distancia y características del mismo llevando a una reflexión a partir de las siguientes preguntas ¿Qué aspectos se ven implicados al momento de ver la imagen en espejo? ¿podría describir la trayectoria de la luz para la formación de la imagen? ¿podría representarla gráficamente?

## Actividad I

### Luz, reflexión y formación de imágenes

Para entender un poco la formación de imágenes, se hace necesario comprender el comportamiento de la luz y del fenómeno de la reflexión que permitan identificar toda la problemática que se generó en dichos estudios, además, es importante trabajar con varios documentos los cuales se centran en dos aspectos fundamentales. El primero de ellos está enfocado en la recopilación y estudio de los principios teóricos de la óptica y los conceptos de gran relevancia como luz o reflexión utilizadas durante las diferentes épocas. El segundo aspecto, está ligado a la construcción del fenómeno de reflexión y viaje de la luz al momento de la formación de imágenes que permitirán caracterizar o describir los diferentes tipos de imágenes. La dinámica de clase busca que los estudiantes a través de los espejos y la reflexión logren incorporar nuevos conocimientos ligándolos a saberes relacionados con la óptica que quizás nunca los habían trabajado o si lo realizaban era de manera genérica, por ejemplo, simetría o geometría. Para ello se hace necesario realizar la siguiente lectura introductoria para contextualizar al grupo de clase:

“... Alhazen, en su exploración de la formación de imágenes, expone diversas posturas respecto al intramisionismo y extramisionismo, abriendo un camino hacia una comprensión más clara de este fenómeno y su relación con la explicación de la formación de imágenes a través de la cámara estenopeica. Aunque su posición intramisionista era firme, buscó simplificar el motivo por el cual no se alineaba con los extramisionista, lo cual resultó válido para esta ocasión.

Para aclarar los dos conceptos enunciados anteriormente es pertinente mencionar que durante los estudios de Alhazen se realizaron discusiones frente a la propagación de la luz y de cómo se forman las imágenes ya que se enfoca en la naturaleza de la luz y la formación de imágenes, es decir, en la transmisión efectiva de la información visual en otras palabras del ojo al objeto. Pero también, Alhazen reconoció desde el enfoque extramisionista su análisis sobre la visión, discutió cómo el ojo humano interpreta la luz reflejada para formar imágenes. Este enfoque reconoce la influencia del observador en la interpretación de la información visual.

Al abordar la intensidad de la luz, Alhazen señala que la luz intensa, además de generar calor, puede dificultar la óptima observación de una imagen mediante el ojo humano. Esto plantea interrogantes sobre qué ocurre durante la transición o formación de la imagen, ¿es un efluvio lo que circula en ese medio, o simplemente una perturbación del medio que transporta la imagen hacia nuestros ojos?

En sus estudios, Alhazen respalda el enfoque intramisionista, proponiendo inicialmente un modelo puntillista. Este modelo sugiere que la percepción del objeto se realiza a través de la emisión de pirámides desde cada punto del mismo, afectadas por un medio transparente que facilita su transporte hacia el ojo. Este planteamiento generó debate, especialmente desde la perspectiva platónica y aristotélica, que argumentaba que el objeto no se transportaba en su totalidad hacia el ojo, sino que partes de él se unían para formar la imagen.

Un ejemplo ilustrativo de esta perspectiva es la observación de cuadrados de diferentes tamaños dispuestos en una superficie. A medida que una persona se acerca a estos cuadrados, la percepción de su tamaño y la de los objetos circundantes se ve alterada, lo que sugiere una construcción de imagen influenciada por la distancia y la posición del observador.

El enfoque intramisionista, en contraste con el extramisionista, plantea que la percepción visual inicia en el objeto mismo, sin involucrar procesos cognitivos complejos en el cerebro. Demócrito, por ejemplo, postuló que los objetos emiten efluvios de átomos que forman imágenes de su fuente, mientras que Aristóteles refutó las ideas extramisionistas, argumentando que el ojo no emana fuego y que la luz es fundamental para la visión.

En resumen, Alhazen y otros defensores del intramisionismo ofrecen una visión que considera la formación de imágenes como un proceso directamente relacionado con el objeto

observado y su interacción con el ojo, desafiando las ideas extramisionistas que enfatizan procesos cognitivos más complejos.”

Una vez finalizada la lectura diligenciar la siguiente tabla

Ideas principales de la lectura	
Problema planteado en la lectura	
Experiencia propuesta en la lectura	
Preguntas que surgen a partir de la lectura	

## Actividad I

### **Objetivo**

Reconocer los aspectos fundamentales del fenómeno de la reflexión y la formación de imágenes.

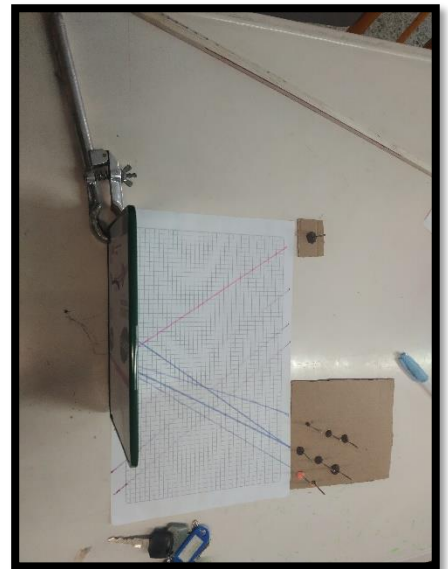
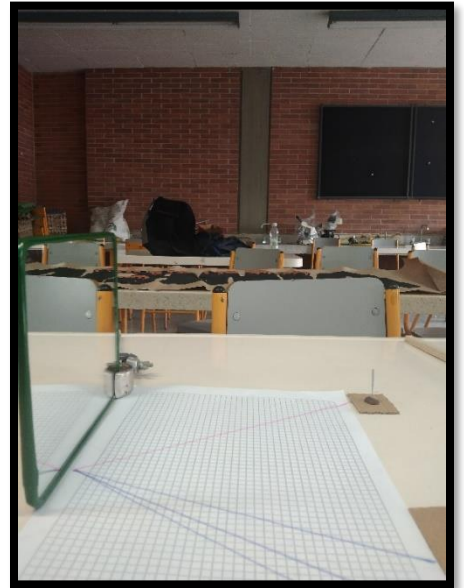
### Elaboración

Para construir dicha experiencia se requieren los siguientes materiales:

- Espejo plano
- Alfileres
- Plastilina
- Regla
- Hoja cuadriculada
- Soporte “llave para balón”
- Cartón

### Procedimiento:

- Coloque el espejo plano sobre una superficie plana y estable.
- Coloca un alfiler frente al espejo a una distancia determinada por el estudiante (5 cm, 10 cm o 15 cm)
- Posterior a ello, colocar al costado del espejo y a una distancia (la que consideren) otro alfiler en donde crean ustedes que podría estar dicha imagen.
- Tomar otro alfiler, colocarlo al respaldo del alfiler del paso #2, de tal manera que solo se pueda observar el primero ¿qué puede observar al respecto? Repetir el proceso las veces que desee de tal manera que solo se vea el primer objeto en el espejo, es decir, el que se encuentra más cerca del mismo.
- Posterior a ello tracen líneas desde el punto del alfiler hacia el espejo



Una vez construida la experiencia

- Describirla en cada uno de los pasos
- ¿Cuál considera usted que es el comportamiento de la luz en la formación de imágenes? Curvas, rectas, ondas
- De acuerdo con la experiencia describa las imágenes observadas en el espejo (tamaño, formas, distancias) ¿por qué?

Actividad II

### **Objetivo**

Identificar como los alumnos a través de la experiencia logran incorporar nuevos conocimientos articulándolos a saberes poco trabajados y relacionados con la óptica.

Formar equipos de trabajo donde realizaran consultas, análisis, comparaciones y síntesis de la información consultada frente a propagación de la luz, influencia de la misma, luminosidad, formación de imágenes y tamaño.

Para dicha actividad se harán por grupos de 4 y posterior a ello, seguir las indicaciones mencionadas y explicarlas.

- Realizar variación de la distancia del objeto al espejo

Reflexiona

¿Cuál es el proceso que sigue la luz al incidir sobre la superficie reflectante como un espejo?

¿Cómo influye el ángulo de incidencia de la luz en la formación de imágenes en un espejo?

¿Cómo se forma una imagen en un espejo plano y qué características tiene esta imagen en comparación con el objeto original?

¿Qué sucede con la dirección de la luz reflejada después de incidir sobre un espejo?

¿Cuál cree usted que es la función de la luz en la construcción de imágenes?

¿Podría construir la trayectoria que sigue la luz desde que se coloca el objeto frente al espejo y que posteriormente nosotros podemos observar?

## Argumenta

A partir de la reflexión, realicen una socialización con el grupo compartiendo sus posibles dudas o inquietudes frente a lo observado, de ser necesario elaboren un esquema que recoja los aspectos fundamentales, ideas previas y aquellas que descartan de acuerdo a la discusión. Al final elaboren un escrito en conjunto donde se establezcan las ideas en común.

Al final se realizará una discusión por grupo de resultados a partir de los datos cualitativos y cuantitativos y donde ellos a partir de esos resultados puedan reconocer el concepto de imagen, las características de los objetos de acuerdo a las distancias, la proyección de las imágenes invertidas, luminosidad y nitidez entre otros.

## Fuentes:

- Cardona Suárez, C. A. (2012). El problema de Alhacén. *Asclepio; archivo iberoamericano de historia de la medicina y antropología medica*, 64(1), 251–276. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2012.v64.i1.520>
- González-Cano, A. (2015). Alhacén: una revolución óptica. *Arbor*, 191(775), a262. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5001>
- III. *HISTORIA DE LA ÓPTICA*. (s/f). Edu.mx. Recuperado el 8 de marzo de 2023, de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec\\_8.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec_8.html)
- Cardona, C. A. (2020). La pirámide visual: evolución de un instrumento conceptual. Editorial Universidad del Rosario, 43-95

GIMNASIO SABIO CALDAS (IED)

GUÍA DE APRENDIZAJE

PIRÁMIDE DE EUCLIDES Y LA CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES

Grado: Undécimo

Nombres:

---

Preliminar

La comprensión del comportamiento de la luz y la formación de imágenes es fundamental en el estudio de la óptica. Esta guía se construye a partir de la relevancia de la enseñanza de conceptos como imagen, luz y objetos, así como del uso de herramientas teóricas como la pirámide de Euclides. Este enfoque pedagógico permite una aproximación precisa a la explicación de cómo la luz viaja y su papel en la creación de imágenes.

Este documento la importancia de la física óptica y los conceptos asociados, como imagen, objeto, luz y la pirámide visual de Euclides. Dirigida a estudiantes de grado 11, esta propuesta busca desarrollar habilidades de pensamiento crítico y científico a través de actividades prácticas y reflexiones profundas. La guía proporciona herramientas para que tanto estudiantes como docentes puedan explorar estos conceptos haciendo uso de materiales concretos que potencien la comprensión y el aprendizaje.

A lo largo de la guía, se proponen actividades diseñadas para que los estudiantes puedan analizar y argumentar fenómenos físicos específicos a partir de la a formación de imágenes, viaje de la luz y características de la luminosidad entre otros. Este trabajo destaca todo el análisis y observaciones con relación a la construcción de la pirámide visual de Euclides, así como en la exploración de textos históricos para construir ideas previas y explicaciones fundamentadas.

El objetivo principal de esta unidad es que los estudiantes avancen en su comprensión mediante la argumentación y el análisis crítico. Se busca fortalecer su formación integral, no solo desde el punto de vista conceptual y procedimental, sino también actitudinal, fomentando su participación activa en el proceso de aprendizaje.

En resumen, esta unidad didáctica pretende contribuir al desarrollo de habilidades científicas y analíticas en los estudiantes, promoviendo una comprensión profunda y aplicada de los principios de la óptica y el comportamiento de la luz.

## Hipótesis

El uso de imágenes en diferentes tamaños como instrumento para la explicación de la pirámide visual.

## Actividad I

### Luz, reflexión y formación de imágenes

Para entender un poco la formación de imágenes, se hace necesario comprender un poco sobre el comportamiento de la luz y de la teoría Euclidiana junto con la pirámide visual en la formación de imágenes que permitan identificar toda la problemática que se generó en dichos estudios, además, es importante trabajar con varios documentos los cuales se centran en 2 aspectos fundamentales. El primero de ellos está enfocado en la recopilación y estudio de los principios teóricos de la óptica y los conceptos de gran relevancia como luz y la formación de las imágenes durante las diferentes épocas. El segundo aspecto, está ligado a toda la “construcción de la pirámide visual de Euclides” al momento de la formación de imágenes que permitirán caracterizar o describir los diferentes tipos de objetos. La dinámica de clase busca que los estudiantes a través de la experiencia logren incorporar nuevos conocimientos ligándolos a saberes relacionados con la óptica que quizás nunca los habían trabajado o si lo realizaban era de manera genérica, por ejemplo, simetría o geometría. Para ello se hace necesario realizar la siguiente lectura introductoria para contextualizar al grupo de clase:

“...La pirámide visual, un concepto arraigado en el estudio de la percepción y la formación de imágenes, ha sido objeto de análisis desde distintas perspectivas a lo largo de la historia. Desde los primeros indicios de estudio óptico realizados por Euclides hasta las discusiones entre extramisionistas e intramisionistas, este concepto ha evolucionado en su comprensión y significado.

El enfoque extramisionista, promovido por figuras como Euclides, planteaba la visión como un proceso de emisión desde el ojo hacia los objetos observados. Esta perspectiva, aunque filosófica y científica, ha sido objeto de cuestionamiento debido a su planteamiento de que la percepción visual depende no solo de la luz que incide en los ojos, sino también de procesos cognitivos. Sin embargo, para fines del análisis de la pirámide visual, se hace hincapié en cómo este enfoque introduce la noción de "rayos" visuales, líneas rectas que se extienden desde el ojo hacia los objetos, sentando así las bases para el estudio óptico.

Por otro lado, el intramisionismo, respaldado por pensadores como Demócrito y Aristóteles, sostiene que la percepción visual comienza en el objeto y se trata simplemente de la captación pasiva de la luz reflejada por los objetos, sin intervención cognitiva. Este enfoque argumenta

que los objetos emiten constantemente efluvios de átomos que constituyen imágenes de su fuente, lo que implica una comprensión más directa y física del proceso visual.

Aristóteles, en particular, refutó los argumentos extramisionistas al señalar que el ojo no emana fuego y al demostrar que la luz no se extingue con cambios de ambiente, a diferencia del fuego. Su postura resalta la importancia de la luz reflejada en la formación de imágenes, enfatizando que, si un objeto con color se coloca directamente sobre el ojo, este no se ve, lo cual contradice la idea de emisión desde el ojo propuesta por los extramisionistas.

En resumen, la pirámide visual es fundamental para comprender cómo percibimos el mundo que nos rodea, y su análisis desde enfoques extramisionistas e intramisionistas arroja luz sobre la complejidad de este proceso perceptual. Desde los primeros estudios de Euclides hasta las reflexiones de Aristóteles, la comprensión de la formación de imágenes ha evolucionado, enriqueciendo así nuestro entendimiento de la visión humana.”

Una vez finalizada la lectura diligenciar la siguiente tabla

Ideas principales de la lectura	
Problema planteado en la lectura	
Experiencia propuesta en la lectura	

Preguntas que surgen a partir de la lectura	
---	--

## Actividad I

### Objetivo

Reconocer los aspectos fundamentales del fenómeno de formación de imágenes a partir de la “construcción de la pirámide visual de Euclides”

### Elaboración

Para construir dicha experiencia se requieren los siguientes materiales:

- Plastilina
- Cuadrados contruidos en cartón de diferentes tamaños 2x2 cm, 3x3 cm, 4x4 cm, 5x5 cm... mínimo 6.
- 2 palos de balso de 0,5 cm
- Plastilina
- Hojas blancas
- Regla

### Procedimiento:

- Coloque el cuadrado más pequeño de primer puesto, posterior a ello, tomar una distancia con una regla (la que usted desee) y colocar el siguiente cuadro del tamaño que le sigue. Volver a tomar la distancia propuesta al inicio y colocar el siguiente cuadro de manera sucesiva.



- Tomar fotos que permitan evidenciar que cada uno de los cuadros son superpuestos por aquellos de menos tamaño (coincidir los vértices).
- Posterior a ello ubicar un celular y tomar una foto de tal manera que solo se vea el primer cuadro (el más pequeño) tomando diferentes distancias.
- Plasmar en una hoja un gráfico en el que les permita ver de manera simultánea todos los cuadros esto con el fin de hacer una construcción de una figura.

Una vez construida la experiencia

- Describirla
- Mirar cada una de las partes.
- Explicar desde su conocimiento que observa
- De acuerdo a la indicación dada anteriormente ¿Cómo se ven dichas imágenes? ¿por qué?

## Actividad II

### Objetivo

Identificar como los alumnos a través de la experiencia logran incorporar nuevos conocimientos articulándolos a saberes poco trabajados y relacionados con la óptica.

Formar equipos de trabajo donde realizaran consultas, análisis, comparaciones y síntesis de la información consultada frente a propagación de la luz, construcción de imágenes 3D, luminosidad y tamaño.

Para dicha actividad se harán por grupos de 4 y posterior a ello, seguir las indicaciones mencionadas y explicarlas.

- Realizar variación de la distancia del objeto al espejo

### Reflexiona

¿Qué características encontró en común?

¿Qué diferencias pudo observar durante la actividad?

¿Cómo se forma una imagen en el ojo a partir de dicha experiencia?

¿Cuáles son las características principales de la imagen y la pirámide formada a partir de la experiencia?

¿Qué tipo de imagen se forma en un espejo plano cuando el objeto está situado a diferentes distancias del espejo?

¿Cómo varía el tamaño de la imagen en relación con el tamaño del objeto?

¿Qué debo hacer para poder observar todos los recuadros?

¿Qué sucede si me acerco totalmente a uno de los recuadros en cuanto a la luminosidad?

¿Cuál es la relación entre la distancia del objeto inicial y la distancia del objeto final?

¿Qué ocurre si las distancias no son las mismas entre los diferentes recuadros?

## Argumenta

A partir de la reflexión, realicen una socialización con el grupo compartiendo sus posibles dudas o inquietudes frente a lo observado, de ser necesario elaboren un esquema que recoja los aspectos fundamentales, ideas previas y aquellas que descartan de acuerdo a la discusión. Elaboren un escrito en conjunto donde se establezcan las ideas en común.

Al final se realizará una discusión por grupo de resultados a partir de los datos cualitativos y cuantitativos y donde ellos a partir de esos resultados puedan reconocer el concepto de imagen, las características de los objetos de acuerdo a las distancias, la proyección de las imágenes invertidas, color y nitidez entre otros.

## Fuentes:

- Cardona Suárez, C. A. (2012). El problema de Alhacén. *Asclepio; archivo iberoamericano de historia de la medicina y antropología médica*, 64(1), 251–276. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2012.v64.i1.520>
- González-Cano, A. (2015). Alhacén: una revolución óptica. *Arbor*, 191(775), a262. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5001>
- *III. HISTORIA DE LA ÓPTICA*. (s/f). Edu.mx. Recuperado el 8 de marzo de 2023, de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec\\_8.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec_8.html)
- Cardona, C. A. (2020). La pirámide visual: evolución de un instrumento conceptual. Editorial Universidad del Rosario, 43-95

GIMNASIO SABIO CALDAS (IED)

GUÍA DE APRENDIZAJE

LA CÁMARA ESTENOPEICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE IMÁGENES

Grado: Undécimo

Nombres:

---

La importancia en la enseñanza de la óptica y la construcción de imágenes haciendo uso de instrumentos ópticos como la cámara estenopeica, permiten evidenciar su influencia e impacto a través de la historia de la física. Los estudios realizados por Alhazen son una clara muestra de la incidencia que tuvo en la época para el desarrollo de las ciencias. La propuesta de unidad didáctica muestra la importancia de la física óptica, conceptos surgidos como imagen, objeto, luz, percepción, formas sensibles; y cómo se orienta hacia los procesos de formación de los estudiantes de grado 11. En tanto, muestra la importancia de saber cómo se construyen las imágenes en el ojo, haciendo uso de un instrumento construido por los mismos estudiantes, en este caso, la cámara estenopeica, el análisis y la comprensión de las nociones frente a la construcción de las mismas imágenes y su vínculo con la ciencia física, desarrollando así, habilidades de pensamiento en los estudiantes apoyado de un referente histórico como Alhazen.

La guía de aprendizaje tiene dos secuencias sobre la cuestión científica, donde se desarrollan dos actividades: la primera de ellas, una lectura que busca contextualizar a los estudiantes sobre la experiencia de Alhazen frente a la cámara estenopeica y una serie de preguntas que invita a la reflexión más allá que dar una respuesta correcta y que permite identificar las diferentes formas de ver un fenómeno desde un enfoque netamente teórico. La segunda actividad consiste en la construcción de la cámara estenopeica, experiencia que permite comparar lo teórico con experimental, ver la relación que existe entre ellos, identificar variables y aproximar al estudiante a una posible respuesta frente al cómo se forman las imágenes en el ojo teniendo presente concepto como objeto, luz, efluvio, imagen, fuente, etc.

Esta guía se enfoca en procesos que permiten que el estudiante se cuestione de manera autónoma frente a los fenómenos que ocurren a su alrededor mediante el acceso a textos que contribuyen de manera constante en su formación científica, cultural y tecnológica.

Por tanto, la guía busca comprender como los estudiantes construyen la noción de imagen a través de la construcción e implementación de la cámara estenopeica y las teorías propuestas por Alhazen.

## Hipótesis

El uso de la cámara estenopeica es un instrumento para transformar los argumentos de los estudiantes con relación a las observaciones del mundo

## Cámara estenopeica y formación de imágenes

Para entender un poco el funcionamiento de la cámara estenopeica y toda la problemática que se generó en dichos estudios, es importante trabajar con varios documentos los cuales se centran en 2 aspectos fundamentales. El primero de ellos está enfocado en la recopilación y estudio de los principios teóricos de la óptica por parte de Euclides y los conceptos de gran relevancia como luz y cámara estenopeica utilizadas durante la época de Alhazen. El segundo aspecto, está ligado a toda la construcción del instrumento y medidas de las diferentes **partes la cámara** que permitirán caracterizar o describir los diferentes tipos de imágenes. La dinámica de clase busca que los estudiantes, a través de la cámara estenopeica, incorporen conocimientos relacionados con la óptica que quizás nunca los trabajaron o si lo hacían era genérica, por ejemplo, simetría o geometría. Para ello se hace necesario realizar la siguiente lectura introductoria para contextualizar al grupo de clase:

“... Los estudios clásicos de la percepción han erigido la visión como su paradigma. Estos se han desarrollado en un trasfondo dominado por la controversia entre posturas intramisionistas y extramisionistas. Desde una perspectiva, los objetos externos detonan activaciones de periferia en nuestros receptores sensoriales; dichas activaciones covarían con escenas que creemos contemplar en un teatro interior. Desde otra, vivimos en un flujo imparable de experiencias internas que nos llevan a proyectar o imaginar un mundo poblado de objetos externos. La primera es una versión estándar de intramisionismo que sostiene que ver algo es tener una experiencia visual causada por aquello de lo que se afirma tener la experiencia. La segunda es una versión sofisticada de extramisionismo que presupone que la percepción visual es el resultado final de una proyección de una efigie hacia el exterior...”  
(Cardona Suárez & Gutiérrez Valderrama, 2022)

Una vez finalizada la lectura diligenciar la siguiente tabla

<p>Ideas principales de la lectura</p>	
<p>Problema planteado en la lectura</p>	
<p>Experiencia propuesta en la lectura</p>	
<p>Preguntas que surgen a partir de la lectura</p>	

## **Actividad I**

### **Objetivo**

Reconocer las partes de una cámara estenopeica y función de cada una de ellas.

### **Elaboración cámara estenopeica**

¿Qué es?

Es una cámara sin lente, que, usando una caja como receptora, recibe luz y proyecta una imagen mediante un material fotosensible.

Para elaborar dicho instrumento se requieren los siguientes materiales:

Una caja de cartón que tenga tapa y que su estructura sea firme (puede ser de zapatos), un bisturí, papel aluminio, hoja de pergamino, aguja, cinta y pintura negra.

Paso a paso:

- Pintar la caja por dentro, incluyendo la tapa para impedir que se generen reflejos en su interior, si es negro mate, se obtendrá mejores resultados.
- Elegir uno de los lados de la caja para realizar el estenopo, teniendo muy presente que en el lado opuesto deben colocar el material sensible. Cortar con un bisturí un cuadrado en el lugar donde va el estenopo de 2 cm x 2cm aproximadamente.
- Tomar un pedazo de aluminio un poco más grande que el cuadrado que se realizó en el paso anterior y se coloca de manera que el trozo de papel se vea lo menos rugoso posible.
- Con una aguja se hace un orificio en el centro del papel aluminio, importante que sea pequeño pues cumple la función de lente.
- Con cinta fijar el papel aluminio al cuadrado que se hizo en la caja.
- Al otro extremo de la caja realizar un cuadro de las mismas dimensiones.
- Realizar con un trozo de cartón un cuadro cuyas dimensiones sean iguales al interior de la caja que permitan mover hacia adelante y hacia atrás. Una vez hecho dicho marco colocar una hoja de pergamino que encaje con él y colocar en el centro de la caja.



Una vez construida la cámara

- Describirla
- Mirar cada una de las partes de la cámara
- Explorar el funcionamiento de la cámara
- Explicar desde su conocimiento el funcionamiento de esta realizando diagramas (dibujos)
- Realizar una observación de diferentes objetos (cuadernos, botellas, puertas, personas)
- Según la indicación dada anteriormente ¿Cómo se ven dichas imágenes? ¿por qué?

Actividad II

Objetivo

Identificar como los alumnos a través de la técnica estenopeica logran incorporar nuevos conocimientos articulándolos a saberes poco trabajados y relacionados con la óptica.

Formar equipos de trabajo donde realizaran consultas, análisis, comparaciones y síntesis de la información consultada frente a propagación de la luz, influencia de esta, luminosidad, formación de imágenes y tamaño.

Para dicha actividad se harán por grupos de 4 y posterior a ello, seguir las indicaciones mencionadas y explicarlas

- Realizar una variación del diámetro del estenopo (mínimo 3 veces)
- Realizar variación del tamaño de la pantalla (marco que se encuentra en el centro de la caja.
- Variar el tamaño de la imagen observada (distancias)

Registrar los resultados a partir de estas variables

<b>Estenopo</b>	<b>Color Luz</b>	<b>Nitidez</b>	<b>Imagen</b>

Reflexiona

¿Qué características encontró en común?

¿Qué diferencias pudo observar durante la actividad?

Argumenta

A partir de la reflexión, realicen una socialización con el grupo compartiendo sus posibles dudas o inquietudes frente a lo observado, de ser necesario elaboren un esquema que recoja los aspectos fundamentales, ideas previas y aquellas que descartan de acuerdo a la discusión. Al final elaboren un escrito en conjunto donde se establezcan las ideas en común.

Al final se realizará una discusión por grupo de resultados a partir de los datos cualitativos y cuantitativos y donde ellos a partir de esos resultados puedan reconocer el concepto de imagen, las características de los objetos de acuerdo a las distancias, la proyección de las imágenes invertidas, luminosidad y nitidez entre otros.

Fuentes:

- Cardona Suárez, C. A. (2012). El problema de Alhacén. *Asclepio; archivo iberoamericano de historia de la medicina y antropología medica*, 64(1), 251–276. <https://doi.org/10.3989/asclepio.2012.v64.i1.520>
- González-Cano, A. (2015). Alhacén: una revolución óptica. *Arbor*, 191(775), a262. <https://doi.org/10.3989/arbor.2015.775n5001>
- *III. HISTORIA DE LA ÓPTICA*. (s/f). Edu.mx. Recuperado el 8 de marzo de 2023, de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec\\_8.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/32/html/sec_8.html)
- Cardona, C. A. (2020). La pirámide visual: evolución de un instrumento conceptual. Editorial Universidad del Rosario, 43-95