



**LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN EN SUPERFICIES REFLEJANTES: UNA
REFLEXIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA CON
ESTUDIANTES DE GRADO ONCE**

Línea de profundización

Enseñanza de las Ciencias desde una Perspectiva Cultural

Autora

Diana Oyola Suárez

Asesor

Juan Carlos Castillo

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Física

Bogotá D.C

2020

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO I.....	6
UBICACIÓN DEL TRABAJO	6
PROBLEMÁTICA	7
Objetivo General	9
Objetivos Específicos.....	9
ANTECEDENTES	9
ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL TRABAJO	11
JUSTIFICACIÓN	13
CAPÍTULO II	15
ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN	15
Reflexión de la luz	21
Primera Ley de la reflexión.....	21
Segunda Ley de la reflexión	22
ÓPTICA GEOMÉTRICA	23
La construcción geométrica de la imagen en un espejo plano.....	26
Espejos esféricos	27
Imagen real e imagen virtual.....	46
CAPÍTULO III	47
ENSEÑANZA DE LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN EN SUPERFICIES REFLEJANTES	47
SISTEMATIZACIÓN	50
CAPÍTULO IV	54
ANÁLISIS Y CONCLUSIONES.....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS.....	58
ANEXO 1. PROPUESTA DE AULA: LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN	59
.....	59

ANEXO 2. IMPLEMENTACIÓN.....75

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo esta organizado por cuatro capítulos, y cada capítulo está constituido de la siguiente manera:

En el capítulo 1, se encuentra: la ubicación del trabajo, el presente trabajo se realiza con estudiantes de grado 11 del colegio INJUV ubicado en la localidad de Fontibón de estrato 3; la problemática, describe las razones por las cuales se desarrolló el presente trabajo; los objetivos tanto general como específicos; los antecedentes que aportaron al desarrollo del presente trabajo y el aspecto metodológico del trabajo.

En el capítulo 2, se realiza un estudio de corte conceptual sobre la formación de la imagen en superficies reflejantes planas y curvas, para ello se hace un recorrido conceptual sobre la trayectoria de la luz como rayo en line recta, el fenómeno de la reflexión de la luz, cumpliendo con la ley de Snell ($\beta_r = \beta_i$) y curvas y la geometrización, teniendo en cuenta los rayos notables que se generan al ser proyectados por un objeto y estos reflejada en superficies reflejantes planas y curvas, por último la clasificación de las imágenes, que puede ser imagen virtual o real,

El capítulo 3, describe la enseñanza de la formación de la imagen en superficies reflejantes, por medio de una propuesta de aula llamada **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACION DE LA IMAGEN** teniendo en cuenta el aspecto disciplinar mencionados en el capítulo 2, esta propuesta de aula se encuentra en el anexo 1, y su implementación en el anexo 2. En esta estrategia de aula, Se organizaron actividades prácticas que permitieran la comprensión teórica de la trayectoria de la luz, la luz como rayo, el fenómeno de la reflexión de la luz, la geometría de la luz en superficies reflejantes plana y curvas para dar cuenta de la formación de la imagen que puede ser virtual o real, para la elaboración de esta propuesta de aula, se utilizaron distintos materiales fáciles de adquirir y ser llevados al aula.

El capítulo 4, contiene el análisis de los resultados de la implementación de la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACION DE LA IMAGEN** y se resalta la importancia del maestro de física no como trasmisor de conocimiento sino como sujeto activo que interviene como mediador entre el estudiante y el trabajo que se realiza en el aula, teniendo en cuenta que aprender es más que memorizar (Arguelles Pabón & Nagles Garcia, 2006), se requiere que él docente genere condiciones propicias para que el alumno afiance lo que sabe y genere nuevas reflexiones alrededor del tema o una situación problema que el docente lleva al aula, fortaleciendo la búsqueda de soluciones a situaciones planteadas por parte del maestro de manera creativa, utilizando las destrezas y habilidades , generando que el alumno disfrute de lo que aprende, por otra parte crear espacios para el dialogo entre los estudiantes, lo cual les ayudara a externalizar lo que están reflexionando fomentando así la comunicación y respeto por el otro, adicionalmente generar estrategias de tal manera que la nueva información adquiera significado por la interacción con conceptos previos, los cuales reflejan mayor jerarquía o generalización a través de un proceso deductivo (Arguelles Pabón & Nagles Garcia, 2006), donde el docente es un ente activo que genere situaciones, las cuales los estudiantes encuentren soluciones por medio del dialogo.

CAPÍTULO I

UBICACIÓN DEL TRABAJO

En el estudio de la formación de la imagen se tiene en cuenta: la concepción de la luz como rayo, la trayectoria de la luz, el fenómeno de la reflexión de la luz, los instrumentos ópticos como puede ser las superficies reflejantes planas y curvas, por tanto, la formación de la imagen en superficies reflejantes depende de la posición del objeto con respecto a la superficie reflejante, por ende, la imagen puede ser real o virtual.

Los elementos necesarios para la formación de la imagen en superficies reflejantes plana y curvas, facilitan la construcción de herramientas que generan la exploración de nuevas alternativas en el estudio de esta, generando la posibilidad de aprender desde perspectivas diferentes a la tradicional, que no se limite al uso del tablero y realización de ejercicios matemáticos, en ocasiones no generan una reflexión acerca del fenómeno a estudiar. Por otra parte, dando apertura al uso de nuevas tecnologías en el aula de clase como se menciona en el aprendizaje significativo, generar mayor reflexión insertando la creatividad y las habilidades para la solución de situación planteadas en el aula (Pérez, E. H, 2012).

Por otra parte, el fenómeno de la luz (reflexión) da apertura a la actividad experimental, teórica y matemática de tal manera que el alumno relacione la experiencia generada en el aula de clase con lo cotidiano, fortaleciendo el lenguaje y convirtiéndolo en una herramienta necesaria para la comunicación de ideas y preguntas, esta actividad de reflexión, no solo sirve para la construcción de teorías sino también para incentivar la comunicación, sino también el respeto por el otro (Pérez, E. H, 2012).

Los fenómenos de la luz permiten diversas experiencias de fácil realización y observación, utilizando o teniendo como base nuevas tecnologías y creatividad frente a la realización de actividades llevados al aula en donde se observa la trayectoria de la luz como rayo, el fenómeno de la reflexión, la construcción geométrica de la luz en superficies reflejantes planas y curvas

PROBLEMÁTICA

En los estándares básicos de competencias en ciencias naturales de Colombia, se observó que el ítem que habla de óptica, va ligado con el fenómeno del sonido y solo está establecido para los grados de primero y tercero de primaria, este ítem menciona que: propone experiencias para comprobar la propagación de la luz y del sonido, sin embargo, en el colegio Luis Àngel Arango de la localidad de Fontibón, en donde realice la práctica, el profesor titular aborda los tema de óptica como son: los fenómenos de la luz y la formación de la imagen en diferentes objetos, solo utilizando el tablero, en donde muestra la parte teórica y matemática, dejando de lado la experimentación y no hay una relación entre lo teórico, matemático y experimentación en la formación de la imagen en diferentes superficies reflejantes.

Por otra parte, desde la experiencia como estudiante de colegio y en la práctica pedagógica, vi como el profesor mostraba la formación de imágenes en lentes, por medio de la geometrización en el tablero, el cual había que realizarlo en hojas, sin saber de qué manera surgía la construcción geométrica de la imagen; más adelante en los estudios universitarios, tuve la oportunidad de interactuar con un laboratorio de óptica, por medio de un instrumento óptico, el banco óptico, en este caso se dio importancia a la forma de la imagen, dejando de lado la reflexión a estas preguntas: ¿qué elementos se necesitan para la formación de la imagen? y ¿por qué se ve la imagen de esa manera en distintas superficies reflejantes?

La óptica en superficies reflejantes plana y curvas no es solo la observación de la imagen que se proyecta, sino un conjunto de aspectos teóricos, matemáticos y experimentales sobre el comportamiento de la luz, describiendo la trayectoria de la luz; los fenómenos de la luz que

intervienen en la formación y la forma de la imagen en diferentes superficies reflejantes, según Van Fraassen la teoría como el experimento son complementarios entre sí, logrando de esta manera mejores aproximaciones a la comprensión de los conceptos (Fraassen, 1980), generando así experiencias y apropiación de lo que se aprende, dando cuenta de cómo concebir la trayectoria de la luz, los fenómeno de la luz (reflexión y refracción) que intervienen y están presentes en la formación de la imagen, los medios para generar la imagen en superficies reflejantes planas (espejo, vidrio, acrílico) y curvas (cóncavos y convexa) y así lograr ver una imagen real o virtual.

Según Enrica Giordano la enseñanza de la óptica significa guiar a los estudiantes desde sus percepciones cotidianas a conceptos físicos, por tanto, la óptica geométrica permite la interacción, observación del comportamiento de la luz (Gagliardi, Giordano, & Recchi, 2006), sin embargo en la enseñanza de la óptica geométrica en la práctica pedagógica en el colegio Luis Ángel Arango, el docente titular aborda el fenómeno de la reflexión luz y no tenía en cuenta el concepto de luz como rayo y la trayectoria de la luz en línea recta, al dar cuenta de la imagen, graficaba en el tablero las imágenes generadas por espejos plano y curvos.

Más aun, la misma cultura, situación social o falta de interés por parte de los alumnos, se ha acostumbrado que el conocimiento científico sea dirigido por medio de ecuaciones, teorización y tablero, los cuales deben ser aprendidos por medio de la memorización para pasar una materia, sin dar cuenta de para qué sirve lo que se aprende, y no se logran ver en lo cotidianidad, por otra parte, no se le da sentido al enseñar y al aprender de las ciencias (Campanario & Aida, 1997).

Por tanto, surgió la siguiente pregunta

¿Mediante qué actividades prácticas y situaciones de estudio se puede abordar la formación de la imagen en superficies reflejantes planas y esféricas, para la enseñanza de la óptica geométrica con estudiantes de grado 11?

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un estudio de los aspectos que intervienen en la formación de la imagen en superficies reflejantes planas y esféricas, con el fin de aportar al diseño de actividades prácticas y situaciones de estudio para la enseñanza de la óptica geométrica con estudiantes de grado 11.

Objetivos Específicos

- Hacer un estudio de corte conceptual acerca de la formación de la imagen en superficies reflejantes para la fundamentación y conceptualización de una estrategia de enseñanza de la óptica geométrica para estudiantes de grado 11
- Diseñar una estrategia de aula en donde se plantee actividades prácticas que posibiliten abordar temas sobre la formación de la imagen en superficies reflejantes con estudiantes de grado 11.
- Implementar y sistematizar la estrategia de aula con el fin de retroalimentar la propuesta de enseñanza de la óptica geométrica con estudiantes de grado 11.

ANTECEDENTES

Para la construcción de este trabajo se tuvo en cuenta dos aspectos, los cuales son: el aspecto disciplinar y la construcción de la estrategia de aula

En el aspecto disciplinar se retoma la parte disciplinar de la óptica, más específicamente la formación de la imagen y los elementos que intervienen en la formación de la imagen como lo es: la concepción de la luz como rayo; el fenómeno de la reflexión de la luz; la óptica geométrica; la

concepción de imagen real y virtual en superficies reflejantes planas y curvas, los trabajos que aportaron a este trabajo en el aspecto disciplinar fueron:

El trabajo de Serrano Sánchez, Adriana Lorena, **El comportamiento de la luz: diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza basada en el aprendizaje como investigación orientada**, en este trabajo se realiza una investigación documental y experimental acerca del comportamiento de la luz como rayos y ondas, el principal logro de este trabajo es un estudio sobre la enseñanza del comportamiento de la luz y su comportamiento dual, para esto desarrolla actividades orientadas a la caracterización de la luz como rayo que es fundamento de la óptica geométrica (Serrano, 2013).

El trabajo de Luis Ferney Perdomo Díaz, **El estudio de fenómenos ópticos: una reflexión sobre él**, recoge diferentes reflexiones y situaciones que atraviesa una docente de física al enseñar fenómenos ópticos en Ciudad Bolívar (Perdomo, 2016); Magda Lucia Hernández y Liliana Tarazona, **El ver y la luz su problemática y relación con la experiencia**, este trabajo presenta el desarrollo del trabajo elaborado por descartes y Huygens, acerca del análisis de la problemática del ver y los vinculados con los fenómenos de reflexión y refracción de la luz; Iván Leonardo Cely Rueda en su trabajo **La formación de imágenes a través de lentes y espejos desde la metodología del aprendizaje activo. Estudio de caso: colegio la Salle Bello** expone la intervención en el aula sobre Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica. Con materiales de bajo costo y de muy fácil adquisición, realiza actividades experimentales que requieren cumplir la secuencia de predicción, observación, discusión y síntesis (PODS) para conseguir un aprendizaje efectivo de los conceptos ópticos como son la reflexión y refracción de la luz a través de diferentes tipos de lentes (Rueda Cely, 2013).

Por otra parte, en la construcción de la estrategia de aula **lo que no se ve en la formación de la imagen**, el trabajo de Eliexer Pérez Lozada y Nelson Falcón del 2009, genero un aporte en el fortalecer la utilización de materiales de bajo costo y fáciles de adquirir los cuales ayudara en la enseñanza de la óptica, ya que en su trabajo **Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica**, presentan un conjunto de prototipos experimentales para el aprendizaje

de la óptica, los prototipos fueron elaborados con materiales de bajo costo y de fácil adquisición, su pertinencia y efectividad para la enseñanza de la óptica, también señala que el desarrollo de actividades experimentales por medio de un conjunto de experimentos de óptica elaborados con materiales caseros o a bajo costo, permite que cada estudiante construya su propio material de experimentación (Pérez & Falcón, 2009), por tanto este trabajo aportó al presente trabajo una perspectiva importante en la experimentación, ya que se considera como un componente clave en el aprendizaje de la óptica, por otra parte el fortalecer la utilización de materiales de bajo costo y fáciles de adquirir, ayudara en la enseñanza de la óptica, que quien desee realizarlo lo pueda hacer. (Pérez & Falcón, 2009).

ASPECTOS METODOLÓGICOS DEL TRABAJO

Para esta propuesta de trabajo se realiza un análisis de corte conceptual sobre los componentes físicos que intervienen en la formación de la imagen, una estrategia de aula y su implementación, la cual se realizó en el colegio Infantil y Juvenil (INJUV) de Fontibón.

En el análisis de corte conceptual se toman datos, descripciones, definiciones y formulaciones simbólicas (Rico, 2001), que se consultaron cuidadosamente, de tal manera que la cohesión entre los conceptos, permitieran una reflexión para determinar y caracterizar aquellos puntos claves que delimiten el problema de estudio, las ideas, conceptos y teorías con un lenguaje claro, que sea pertinente con los términos que intervienen en la formación de la imagen en superficies reflejantes planas y curvas, por ende la secuencia de este trabajo teórico conceptual comienza con la concepción de la luz como rayo, para dar cuenta de la trayectoria de la luz en línea recta, al incidir un rayo de luz en una superficie reflejante este se refleja, por tanto interviene el fenómeno de la reflexión de la luz, para ver la imagen en una superficie reflejante se tienen en cuenta 3 rayos, que inciden y se reflejan en la superficie reflejante, estos rayos se les conoce como rayos notables. Según la posición del objeto con respecto a la superficie reflejante varia el tamaño, la dirección y si es real o virtual la imagen.

Por otra parte, está la construcción de una estrategia de aula, la cual se le llamó **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN**, esta estrategia de aula se construyó teniendo en cuenta algunos aspectos del aprendizaje significativo, como son: la importancia de la disposición del sujeto para aprender y el material elaborado por el maestro sea coherentes con el tema a trabajar en clase, permitiendo que el estudiante extraiga significado de su experiencia en el proceso de aprendizaje, posibilitando que el alumno encuentre relaciones, se genere preguntas y reflexiones, entre lo que se hace y aprende, adquiriendo conocimientos que generen nuevos descubrimientos (Beltran, 2002); la importancia del maestro de física no como trasmisor de conocimiento sino como sujeto activo, por tanto el docente asume una intención permanente en lo que aprenda el alumno, por tanto el maestro en el aula tendrá en cuenta estos tres aspectos (Bautista, 2015), que ayudaran a guiar al alumno en su aprendizaje, estos aspectos son: el maestro se centra en el aprendizaje, creando condiciones propicias para que el alumno aprenda (Bautista, 2015); el maestro vincula la relación entre los temas, contenidos, necesidades, intereses con las experiencias o vivencias del estudiante (Bautista, 2015); el maestro logra que el alumno disfrute de lo que aprende, y a su vez genera que él sea autodidacta logrando la búsqueda de soluciones a las situaciones presentes (Bautista, 2015), teniendo en cuenta que aprender es más que memorizar (Arguelles & Nagles, 2006).

La estrategia de aula llamo **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN** se fue organizando y retroalimentando en la implementación, lo cual posibilito la reflexión sobre el análisis de corte conceptual de la formación de la imagen con materiales de bajo costo y fáciles de adquirir, posibilitando la creatividad, tanto del estudiante como del maestro, permitiendo al docente plantear nuevas actividades con material de apoyo realizados por él mismo.

Las partes que se implementaron de este material “**LO QUE NO SE VE EN LA FORMACION DE LA IMAGEN**” fueron dos: **el camino de la luz (superficies reflejantes planas)** y **direccionando la luz (superficies reflejantes planas)**, luego de implementarlas, se realizaron modificaciones pertinentes, respondiendo a lo observado y a los interrogantes generados en el aula de clase, puesto que, la primera versión del material en la primera actividad “**el camino de la luz (superficies reflejantes planas)**” no se especificaba el paso a paso de lo que debían realizar los

estudiantes y no se generó ninguna reflexión de lo que estaban haciendo o qué sentido tenía realizar la actividad, por tanto las modificaciones a esta actividad es escribir las indicaciones, el paso a paso, resaltando el trabajo en equipo, que se debe leer las instrucciones antes de realizar la actividad; en la segunda actividad **direccionando la luz (superficies reflejantes planas)** aunque estaban las instrucciones se añadió y resaltó: **trabajo en equipo y leer las instrucciones antes de iniciar la actividad.**

JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de la física permitir al individuo tener una visión del mundo de una manera diferente, en donde se puede adquirir una concepción científica del mundo a través del desarrollo científico e intelectual, lo cual permite un acercamiento a la comprensión del mundo originado por el avance de la ciencia, la tecnología llevando a las innovaciones científicas como la cibernética, informática, biofísica, telecomunicaciones (Burbano, 2001) entre otras áreas de conocimiento que repercuten el comportamiento individual y colectivo de una sociedad. En la enseñanza de la física se debe generar espacios que fortalezca y manipule el bagaje cultural científico y tecnológico de parte de los individuos, posibilitando el análisis, la creatividad y la convivencia de los hombres (Burbano, 2001).

Al ver una imagen en una superficie reflejante plana como un espejo, un vidrio, un acrílico transparente o curva como los espejos de un carro o los que colocan en los almacenes, es algo natural, y la construcción de la imagen para aquellos que no están en el entorno de la ciencia no es cuestionable, sin embargo para dar cuenta de la formación de la imagen se realizan estudios que abarcan: la concepción de luz como rayo, la trayectoria de la luz en línea recta, el fenómeno de la reflexión de la luz, lo cual da apertura a una relación entre lo cotidiano con diversas actividades que sean fáciles de llevar al aula, esto fomenta la experiencia y no solo con lo que se copia en el aula de clase, fortaleciendo el lenguaje científico, en este caso con términos de la formación de la imagen, siendo parte necesario para la comunicación de ideas, preguntas y reflexiones, sobre lo que se aprende.

La experiencia que se realicen sobre la óptica específicamente en la formación de la imagen, puede ser más enriquecedora desde la construcción de herramientas que fomenten la idea de explorar nuevas alternativas de aprender un fenómeno en particular y estudiarlo desde otras perspectivas diferentes a las tradicionales que ha sido el tablero o el transcribir, por ejemplo en la formación de la imagen, es importante la geometrización, esta geometrización no es suficiente con hacer los dibujos en el cuaderno, ni se observa al mirar una superficie reflejante, se necesita instrumentos, instrumentos que sean fáciles de adquirir y llevar al aula, ya que en algunos colegios no tienen los materiales para trabajar.

CAPÍTULO II

ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN

Para la elaboración de la estrategia de aula se tendrá como base teórica la propagación de la luz en línea recta; el fenómeno de la reflexión de la luz; la óptica geométrica en instrumentos ópticos como son; los espejos o superficies reflectantes planas y curvos en este caso espejos cóncavo; y la descripción de la imagen cuando es real o virtual.

Además, el estudio de la luz ha sido de gran interés para algunos científicos como: Ibnal-Haytham (Alhazen), Euclides, Descartes, Snell, quienes han dado diversas explicaciones a ciertos fenómenos generados por Luz, los estudios de la Luz. Se han abordado más que todo en la parte experimental; uno de los pioneros a realizar experimentos a cerca de los fenómenos generados por la Luz fue el astrónomo musulmán Ibnal-Haytham (Alhazen), para él es esencial realizar experimentos para comprobar lo que se ha escrito en lugar de aceptarlo a ciegas como verdadero, por otra parte surgieron otros científicos que se interesaron por el estudio de ésta para dar cuenta de sus manifestaciones, su comportamiento y características; la cual, el estudio de la luz se puede agrupar y clasificar en tres categorías: óptica geométrica (propagación rectilínea, velocidad finita, reflexión, refracción, dispersión), óptica ondulatoria (interferencia, difracción, carácter electromagnético, polarización, doble refracción) y óptica cuántica (órbitas atómicas, densidades de probabilidad) (Jenkins & White, 1965), las cuales se evidencian por medio de la experimentación, teniendo en cuenta que el experimento no solo es para comprobar teorías como dice Alhazen, por otra parte estas investigaciones dieron paso a nuevos aportes para la ciencia que han sido útiles en la cotidianidad, como ha sido los avances científicos relacionados al comportamiento de la luz, que han sido de gran ayuda para la humanidad como por ejemplo en los hogares, por medio de la

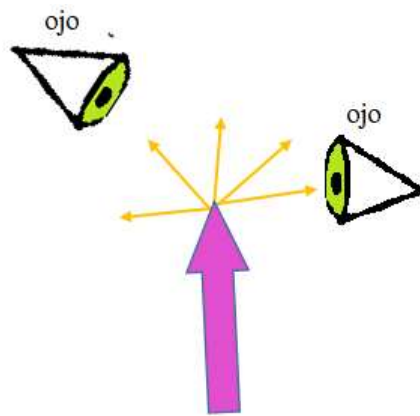
utilización de la fibra óptica para ver televisión y podernos comunicar a largas distancias, el láser para procedimientos médicos y estéticos, el arte y entre otros.

Según Iván Cely (2013) las maneras de concebir como vemos: la luz no era el intermediario entre el objeto y el ojo, por otra parte Demócrito y los filósofos atomistas, pensaban que los objetos emanan una sutil capa de átomos que forman el objeto, cuya imagen que «vuela» hasta los órganos de la vista provoca la visión, más aun Platón, sugería que, además del desprendimiento de imágenes, el ojo debía emitir un «fuego visual» de forma que el contacto entre estas dos entidades produjera la sensación de la visión. Aristóteles menciona que la luz es una cualidad que hace posible la visión y no una emanación de ningún cuerpo. Siguiendo esta línea los filósofos griegos se plantearon el siguiente interrogante: ¿Los objetos emiten imágenes?, a este interrogante Alhazen, en el siglo XI consideraba la luz como entidad independiente del objeto y que el ojo hace de intermediario en la visión.

Por otra parte Giordano y Recchi (2006) en sus investigaciones relacionadas a la enseñanza de la óptica, han observado el descuido sobre el problema de la visión, y la falta de relación que hay entre la luz y el hecho de ver o de reconocer, a distinguir entre lux (iluminación) y lumen (flujo luminoso), dando énfasis que sin la luz no se podría ver la imagen que se generan en superficies reflejantes planas y curvas, ya que la luz de un objeto puede moverse a través del espacio, llegando a la superficie reflejante y de allí a nuestros ojos, una vez que la luz llega a nuestros ojos, las señales se envían a nuestro cerebro, y nuestro cerebro descifra la información para detectar la apariencia y ubicación de las imágenes en las superficies reflejantes.

Para ver un objeto, debe ver a lo largo de una línea a ese objeto; los haces de luz vendrán de ese objeto a tu ojo a lo largo de la línea de visión (Hernández & Tarazona, 2004). Un objeto luminoso emite luz en una variedad de direcciones; y un objeto iluminado refleja la luz en una variedad de direcciones. Aunque esta luz diverge del objeto en varias direcciones, su ojo solo ve el cono divergente muy pequeño de rayos que viene hacia él. Si tu ojo estuviera ubicado en una dirección diferente, entonces verías un cono de rayos diferente. Independientemente de la ubicación del ojo,

aún necesitará mirar a lo largo de una línea en una dirección específica para ver el objeto, Como se muestra en la **figura 1**



La luz como rayo. **Figura 1**

Del punto de la flecha salen infinitos rayos de luz, los vectores indican la dirección de la luz dependiendo de la posición del observador

Se identifican 3 elementos asociados a la fenomenología del ver, los cuales son: La fuente de luz, emiten rayos en todas las direcciones, estos rayos son trazos rectos (Gomez & Flórez, 1995), este comportamiento geométrico de la luz se puede derivar como consecuencias de la óptica (Osuna & Verdú, 2007); Los objetos iluminados por la luz, el objeto refleja la luz; y él observador es capaz de percibir los objetos por la luz reflejada y que llega a nuestros ojos.

Por otra parte, se consideran 4 componentes que relacionan a los fenómenos de la luz y la visión (Gomez & Flórez, 1995) los cuales son:

1. La luz se propaga en diferentes direcciones y viaja en línea reta.
2. Elementos participes en el fenómeno de ver son: el objeto, la luz
3. Campo de visión, es aquello que puede alcanzar a abarcar y percibir el observador
4. La caracterización de los cuerpos e interacción con la luz, el cual se relaciona con los instrumentos ópticos como pueden ser las superficies reflejantes (espejos planos y curvos).

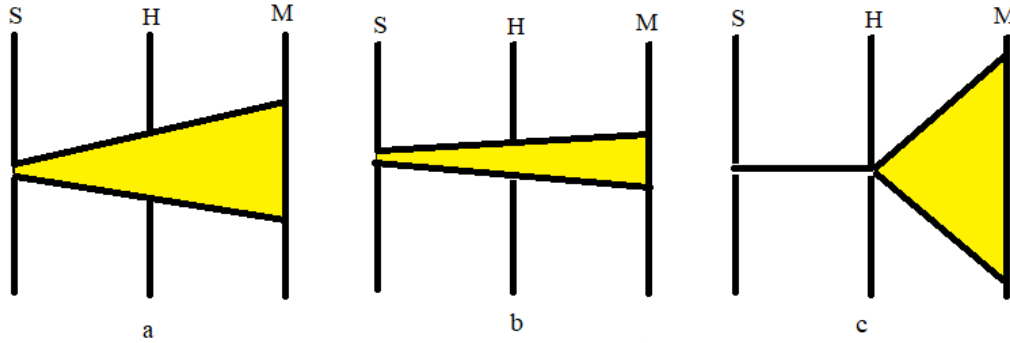
Según Hernández y Tarazona, Descartes dio explicación acerca de la manera de cómo los rayos de luz penetran en el ojo y como pueden ser desviados por los diversos cuerpos que alcanza, más aun él consideró que la luz por ser una acción de movimiento puede propagarse en diferentes medios,

teniendo en cuenta que en algunos medios se puede propagar más fácil que en otros, más aun los griegos tomaron el rayo como el elemento organizador para analizar los problemas de visión, por otra parte Herón de Alejandría, menciona que el rayo sea o no sea reflejado, sigue siempre el camino más corto entre el objeto y el ojo (Hernández & Tarazona, 2004), Euclides postuló que las líneas rectas que emanan del ojo se propagan de modo divergente, y al hablar de la propagación de la luz se refiere a la manera de cómo se representa la luz, en este caso como un rayo, Leonardo Da Vinci llamo a la óptica “el paraíso de la matemática” por supuesto por óptica se refería solo a la óptica geométrica o de rayo (Sommerfeld) teniendo en cuenta los aspectos ya mencionado se genera la fase de construcción del rayo de luz como elemento organizador del ver.

Según Jenkins & White al ir avanzando las investigaciones relacionadas al comportamiento de la luz en diferentes medios se vio la necesidad y conveniencia de dividirla en 3 campos, los cuales son: la óptica geométrica que es relacionada con los rayos de luz; la física óptica, con referente a la naturaleza de la luz y la teoría ondulatoria, y la óptica cuántica, los cuales han requerido un método de tratamiento teórico diferente (Jenkins & White, 1965).

En esta monografía se retoma la óptica geométrica relacionada con los rayos de luz, que por medio de diafragmas aislar un solo rayo de luz, para dar cuenta de la trayectoria del rayo de luz, y así ver cómo interviene en la formación de la imagen en superficies reflejantes, por ejemplo, en la **figura 2** hay una fuente de luz pequeño y puntual que presenta tres casos

En el primero caso (**a**) **figura 2** muestra la fuente de luz que pasa por el orificio S y pasa por la pantalla opaca H provista con un agujero mucho más grande, la cual está interpuesta entre S y una pantalla de observación blanca M (Jenkins & White, 1965), las líneas rectas trazadas desde S se iluminarán de manera apreciable.



Jenkins, F & White, H. (1965). Attempt to isolate a single ray of light.
 [Figura 2]. Recuperado del libro Fundamentals of optics.

Al intentar aislar el rayo de luz en esta observación, forma la base para indicar que la luz se propaga en líneas rectas, a lo cual se les llamó rayos, ya que se puede explicar suponiendo que los rayos no interceptados por H llegan a la pantalla de observación M (Jenkins & White, 1965).

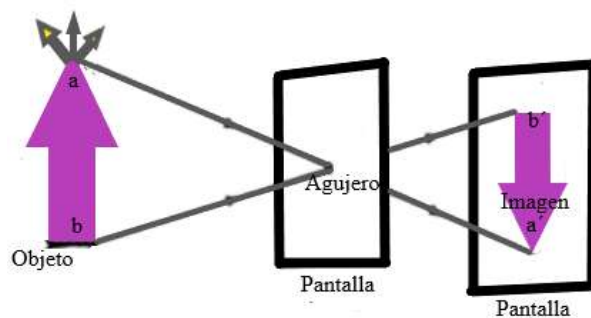
En otro caso **(b) figura 2** si el agujero de la pantalla H es pequeño, la región iluminada en M es menor que la de (a) imagen2, de modo que se esperaría aislar un solo rayo, haciendo que sea infinitamente pequeño (Jenkins & White, 1965).

El experimento **(c) figura 2**, muestra, que, con un orificio más pequeño que **(b)** determinado en H, el punto brillante comienza a ensancharse nuevamente. El resultado de hacer el agujero excesivamente pequeño es provocar que la iluminación, aunque sea muy débil, se extienda sobre una región considerable de la pantalla como se muestra en **(c) figura 2** (Jenkins & White, 1965).

Por tanto, la luz no es solo concebida como rayo sino, también que se propaga en línea, por otra parte, esta terminología de la propagación de la luz en línea recta es una técnica aplicada al principio de que la luz viaja en línea recta (Jenkins & E. White, 1965), La idea de la propagación rectilínea de la luz constituye una de las más antiguas en la Óptica, y se le atribuye a Euclides

Se puede considerar una buena demostración de este principio por medio de la cámara estenopeica, en este dispositivo simple y económico la imagen de un objeto estacionario se forma en una película

o placa fotográfica por la luz que pasa a través de una pequeña abertura, como se muestra en la **figura 3**. De tal manera cómo funciona la cámara oscura, para dar cuenta de cómo se forma una imagen, por medio de los rayos de luz que emanan de un solo punto cerca de la parte superior de la bombilla. De los muchos rayos de luz que irradian en muchas direcciones, el rayo que viaja en la dirección exacta del agujero pasa al punto a cerca de la parte inferior de la pantalla de imagen. De forma similar, un rayo que sale de b cerca de la parte inferior de la bombilla y pasa a través del orificio llegará a b', cerca de la parte superior de la pantalla de imagen. Por lo tanto, se puede ver cómo se forma una imagen invertida de la bombilla completa (Jenkins & White, 1965). Por tanto, la **Imagen 3** ilustra el principio que los rayos de luz viajan en línea recta y la propagación rectilínea de la luz.



Formación de la imagen en una pantalla. **Figura 3.**

Los rayos son rectas imaginarias que apuntan en la dirección en la cual se propaga la luz, esta concepción de la propagación de la luz como rayo que viaja en línea recta permite explicar numerosos hechos, como la formación de sombras, los eclipses, la formación de imágenes en una cámara oscura, la cual es antecesora de la cámara fotográfica y otros. De ella nació el habitual procedimiento de comprobar la rectitud de los objetos alineándolos con nuestro (Alvarado & Varela, 2012). En los medios transparentes y homogéneos, la luz se propaga en línea recta, pero en los no homogéneos puede desviarse y se tratarán los haces estrechos como líneas o rayos. Esta parte de la Óptica comúnmente se denomina Óptica Geométrica (Alvarado & Varela, 2012).

Por otra parte, con el Principio de Fermat se predice cómo se comporta un haz de luz que viaja desde un punto a otro, la cual seguirá una trayectoria tal que el tiempo empleado sea un mínimo o un máximo o que permanezca sin cambio con relación a la trayectoria (Bautista, 2018), además la

luz viaja en línea recta. En un medio homogéneo y al hablar de que la luz viaja en línea recta en un mismo medio homogéneo se relacionara con el fenómeno de la reflexión donde hay dos formas en que los rayos de luz sean desviados por los cuerpos, representando así una primera fase de la organización del ver (Hernandez & Tarazona, 2004).

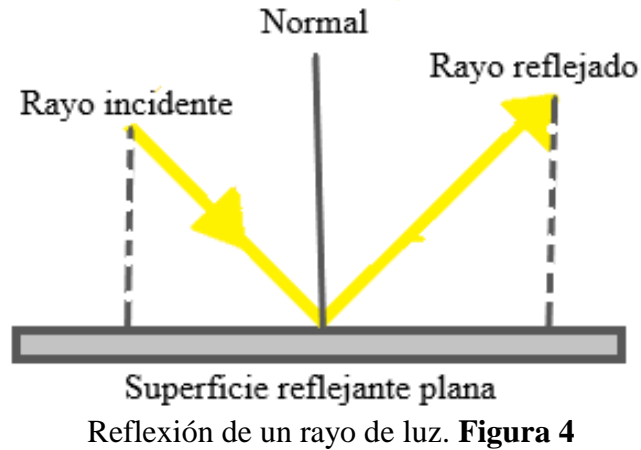
Reflexión de la luz

Al hablar de la reflexión, Pierre de Fermat (1601-1665) (Hecht, 2000) sin tomar en cuenta las suposiciones de Descartes, dedujo de nuevo la ley de la reflexión a partir de su propio principio de tiempo mínimo, por otra parte, este principio señala (Bautista, 2018) que: El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión al reflejarse en un espejo y la trayectoria que sigue la Luz al ser reflejada por un espejo es línea recta (Bautista, 2018)

Más aun la reflexión puede tener características diferentes, dependiendo de la superficie sobre la que incide la luz. Cuando un haz de luz incide sobre una superficie muy lisa, como la de un espejo o la superficie del agua, la reflexión tiene lugar en una dirección bien definida y se dice que es regular, o especular (término que deriva de espejo) Por el contrario, si la superficie no es lisa, la reflexión se produce en muy variadas direcciones y se llama irregular, o difusa (Alvarado & Varela, 2012). La reflexión de la luz que ocurre en la inmensa mayoría de los cuerpos que nos rodean es difusa y gracias a esto es que llega hasta nuestros ojos y podemos verlos, aun cuando cambiemos de lugar. Si la reflexión fuese especular, esto sería imposible (Alvarado & Varela, 2012). Puesto que el fenómeno de la reflexión cumple las siguientes leyes.

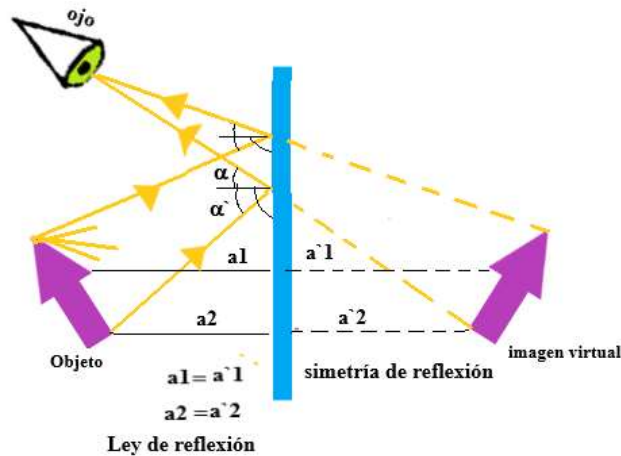
Primera Ley de la reflexión

El rayo reflejado está en el plano que contiene al rayo incidente y la normal que es perpendicular a la superficie reflejante plano (Alvarado & Varela, 2012), como se muestra en la **figura 4**



Segunda Ley de la reflexión

El ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia (Alvarado & Varela, 2012), por otra parte, en superficies como el vidrio al formarse la imagen los rayos de luz realizan un recorrido exactamente inverso, en donde emergen los rayos de luz del cuerpo de vidrio siguiendo la dirección que tenía el haz incidente. Este resultado se conoce como reversibilidad de la trayectoria de la luz (Alvarado & Varela, 2012) **figura 7**.

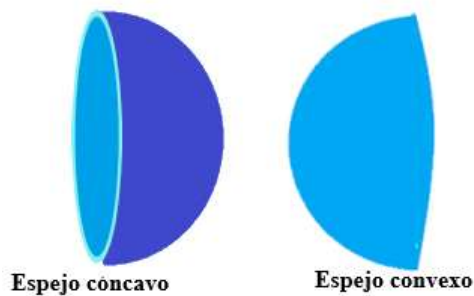


Reflexión, construcción geométrica de la formación de la imagen en superficie reflejante plana.

Figura 7

Con relación a los espejos esféricos, Alhazen comienza con el estudio de los espejos esféricos y parabólicos, basándose en la descripción detallada del ojo humano (Hecht, 2000), por tanto, los espejos esféricos son aquellas superficies reflejantes en forma de casquete esférico, se consideran

dos clase de espejos esféricos cóncavos y convexo, llamados dioptrios, si la superficie reflejante es la parte interior del casquete es un espejo cóncavo y si la superficie reflejante es la parte exterior se le conoce como espejo convexo, como lo muestra la siguiente **figura 8**.



Superficies reflejante curvas. **Figura 8.**

ÓPTICA GEOMÉTRICA

A través de la organización y relación de la concepción de la luz como rayo; el objeto como fuente, los rayos de luz que inciden de muchas direcciones al objeto se reflejan, estos rayos reflejados inciden a una superficie reflejante, para luego ser reflejados y así formarse la imagen; el instrumento, en este caso superficies reflejantes planas y curvas con respecto al fenómeno de la reflexión, y la geometría, estos elementos ya mencionados se utilizan para dar cuenta de la formación de la imagen en superficies reflejantes planas y curvas.

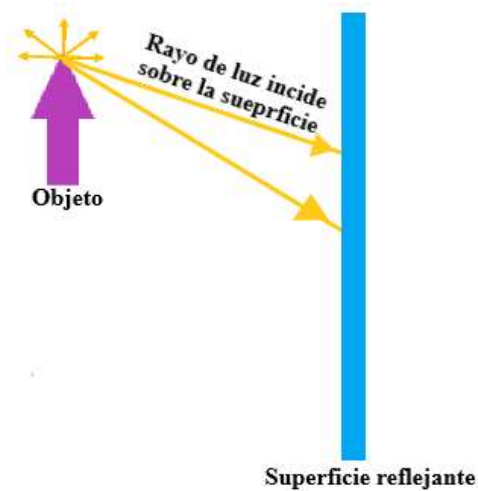
Geometrización de la luz en superficies reflejantes planas

En la formación de imágenes no solo se tiene en cuenta los fenómenos de la luz ya mencionado, sino también la óptica geométrica, la cual se origina para dar cuenta del funcionamiento de la visión humana, y para dar respuesta a ello se enmarca inicialmente en tres grandes etapas: la visión según los filósofos griegos, la visión según Alhazen y la visión según Kepler (Hecht, 2000), y posterior a estos modelos de visión humana, se desarrollaron teorías que permiten describir la naturaleza de la luz y el funcionamiento de muchos elementos ópticos, como espejos y prismas, además, la óptica abarca el estudio de los sistemas ópticos ideales que son aquellos sistemas ópticos carentes de

aberración, por otra parte los métodos de análisis incluyen la óptica gaussiana y la óptica paraxial y las propiedades de la formación de la imagen, como posición, magnificación radiométricas del de la imagen formada por el sistema, estable que sistemas son formadores de imágenes y sistemas no formadores de imágenes, esto se evidencia en instrumentos óptico que permitan reflejar o difractar la luz, entre otros fenómenos que genera la luz, dependiendo la superficie de cada instrumento, puesto que hay superficies reflejantes y refractantes, en este trabajo se utilizara las superficies reflejantes llamados también como sistema catóptrico, estos elementos son superficies que permitan la reflexión de la luz generando así la formación de la imagen, los instrumentos ópticos de esta clase son espejos planos, cóncavos y convexos; lentes convergentes y divergentes; prisma y elementos que permitan la formación de imagen como en el acrílico transparente, el vidrio, entre otros.

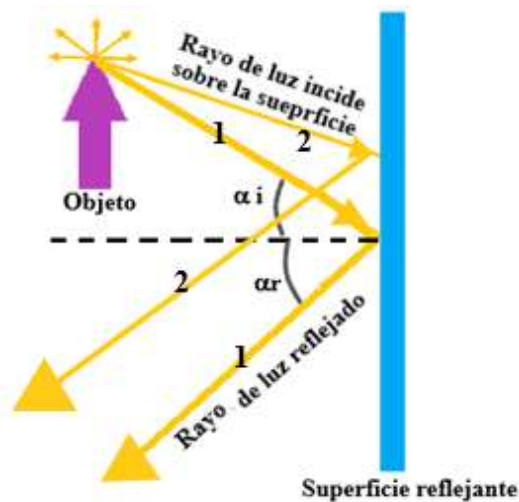
Por tanto, para dar cuenta de la formación de la imagen en superficies reflejantes planas y pulidas se geometriza los rayos de luz, teniendo en cuenta la trayectoria de la luz en línea recta y la formación de la luz como rayo, de ahí se genera el siguiente esquema en el cual, se tendrá en cuenta el fenómeno de la luz, la concepción de la luz como rayo, la ley de Snell y el principio mínimo de Fermat. La luz que incide desde el objeto se refleja en la superficie reflejante, este reflejo es lo que el sujeto observa.

Ya que de un punto del objeto sale infinitos vectores de luz, se tomará como punto de referencia rayos de luz, para formar una imagen se requiere más de dos rayos, que incidan en la superficie reflejante como se muestra en la **figura 9**.



Reflexión, rayo incidente en superficie reflectante plana. **Figura 9**

Luego que los rayos de luz inciden en la superficie estos rayos se reflejan en la superficie como se muestra en la **figura 9**, teniendo en cuenta que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

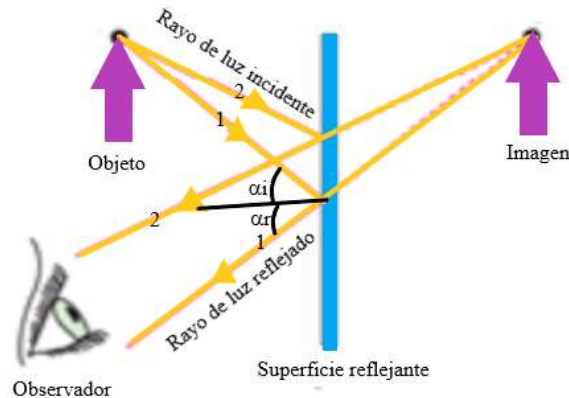


Young, H & Freedman R. (2009). Representación simplificada para ilustrar un conjunto de rayos.

[Figura 10]. Recuperado del libro Física universitaria, vol 2.

Con respecto a la imagen, la imagen en superficie reflectante planas se observa al fondo de la superficie reflectante, geoméricamente la imagen se forma de la siguiente manera:

Teniendo en cuenta la luz como rayo, la luz sale de un punto del objeto, luego el rayo de luz se refleja en la superficie reflejante y se proyecta los rayos como se observa en la **figura 11**, por tanto entre el objeto y la imagen se generan las siguientes características: la distancia de la imagen al espejo es igual a la distancia del objeto al espejo como se muestra en la **figura 11** y **figura 12**, el ángulo de incidencia (α_i) es igual al ángulo de reflexión (α_r), la imagen se ve atrás de la superficie reflejante, la altura de la imagen y objeto es igual



Reflexión, formación geométrica de los rayos incidentes, reflejados y formación de la imagen en superficie reflejante plana según el observador. **Figura 11**

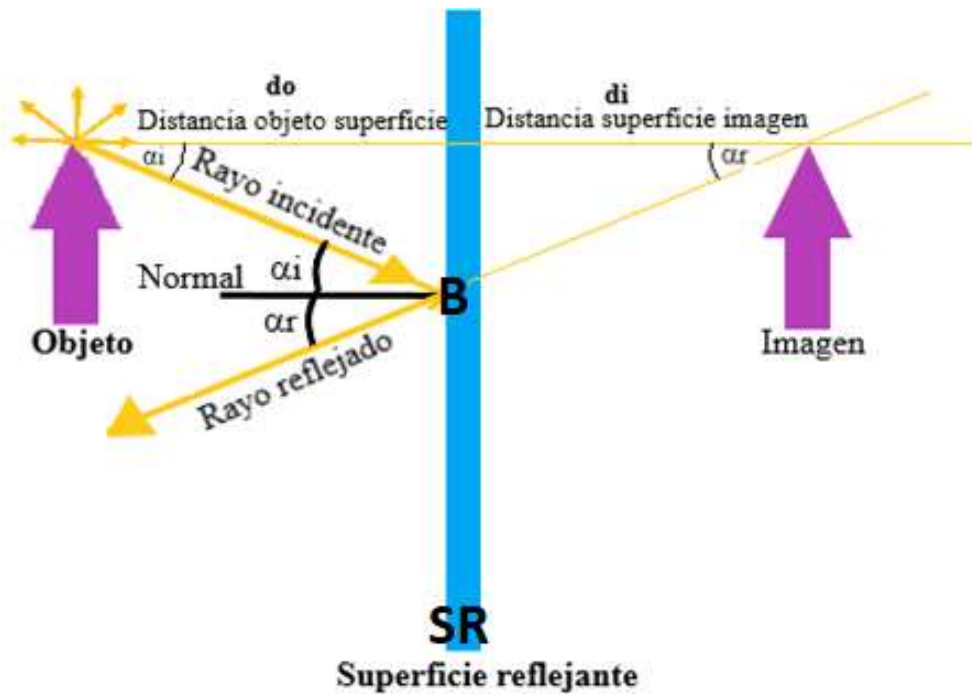
La construcción geométrica de la imagen en un espejo plano

Para la construcción geométrica de la imagen en una superficie reflejante plana se tienen en cuenta las leyes ya mencionadas, por tanto, el esquema se construye de la siguiente manera y como se observa en la **figura 12**:

- Se traza la normal, que se representa con una línea negra y es perpendicular a la superficie reflejante plana llamada SR
- Se proyecta un rayo desde el **objeto** llamado rayo incidente hasta SR, el cual se une tanto con SR como con la normal hasta el punto B, como se indica en la imagen 12
- Luego desde el punto B, teniendo en cuenta la ley de Snell, el ángulo generado por la normal y el rayo incidente sea igual al ángulo entre la normal y el rayo reflejado, esto quiere decir, $\alpha_i = \alpha_r$.

- Después, se prolonga el rayo reflejado pasando por B hasta unirlo con el rayo perpendicular a la normal, la unión de estos dos rayos será la punta de la flecha, tomando como punto de referencia para la construcción de la imagen en superficies reflejantes planas, teniendo en cuenta que la altura del objeto es igual a la altura de la imagen.

Semejanza de triángulos congruentes.



Reflexión, formación geométrica del rayo incidente, reflejado, distancia y formación de la imagen en superficie reflejante plana, **Imagen 12**

Espejos esféricos

Hay dos clases de espejos esféricos, los cuales son: cóncavos y convexo, para la construcción de la imagen en estas superficies reflejantes curvas hay que tener presente la luz como rayo, de esta manera realizar la geometrización en estas superficies (Serway, 1997).

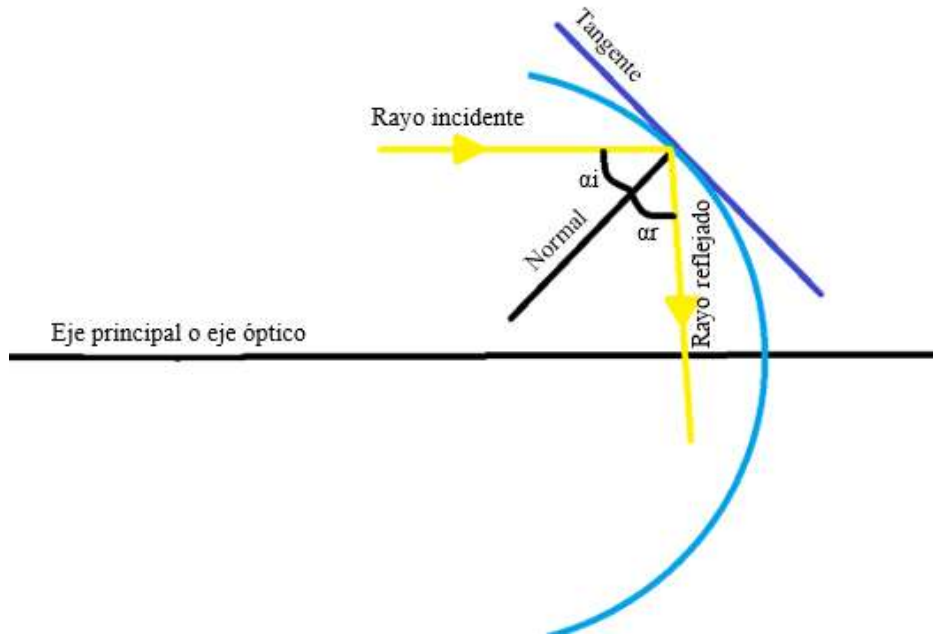
Para generar la imagen en una superficies reflejante esférico se requiere tener en cuenta los siguientes elementos: se asume que el casquete de la superficie reflejante es esférica, sin embargo al graficarlo se disminuye en la mitad de una circunferencia, por tanto, tiene un eje horizontal, el cual divide el casquete, este eje es llamado eje principal o eje óptico; un radio de curvatura señalado

con la letra **R**, el cual es el radio de la esfera; el centro de curvatura se localiza en el centro de la esfera y se indica con la letra **C**; el vértice del espejo, es el vértice de la esfera y se indica con **V**; los rayos reflejados y la prolongación de los rayos prolongación pasan por un punto llamado foco que se indica con la letra **F**, este foco se halla con base en la ley de Snell, la cual menciona que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión y los criterios de la formación de la imagen en superficies reflejantes planas.

Como las superficies reflejantes curvas se dividen en dos tipos una cóncava y otra convexa el foco de ambas superficies se ubican en distintas posiciones del casquete, en la cóncava el foco se ubica al frente del casquete y en la convexa el foco se ubica detrás del casquete, por tanto, para hallar la posición del foco en superficies reflejantes curvas se realiza de la siguiente manera:

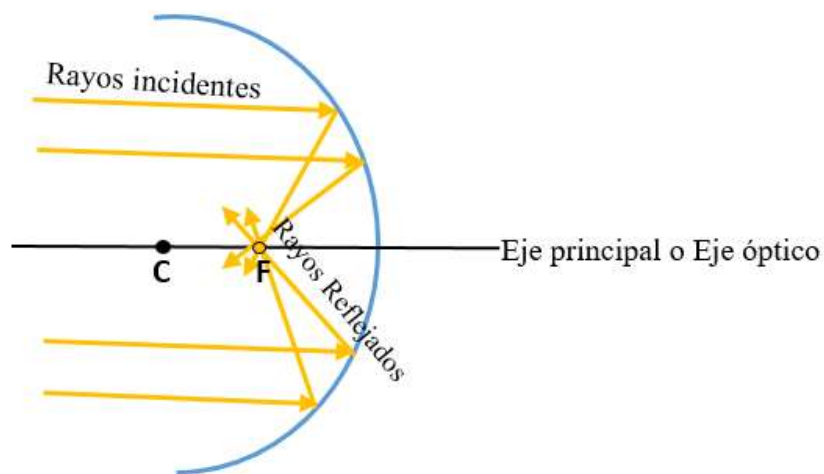
Foco en superficies reflejantes cóncavas

El foco en una superficie reflejante cóncava se representa y grafica de la siguiente manera: teniendo en cuenta los criterios de la formación de la imagen en una superficie reflejante plana, se grafica media circunferencia y se toma como punto de partida una superficie reflejante plana que será tangente a la superficie curva en un punto de la circunferencia en la cual, incide un rayo, esto quiere decir que los puntos donde inciden los rayos en la superficie son tomados como espejos planos infinitamente pequeños y que son tangente al punto donde inciden y reflejan los rayos como se muestra en la **Figura 13**.



Superficie reflejante cóncava, rayo incidente y reflejado. **Figura 13.**

Con base en la geometría al unir más de dos líneas se forma un punto, en este caso serán líneas rectas que representan la luz como rayo, luego se grafican dos rayos uno arriba del eje principal y otro debajo de este, estos rayos serán paralelo al eje principal. Al reflejarse cada rayo estos inciden con ángulos α iguales desde la superficie reflejante, como se muestra en la **figura 14**

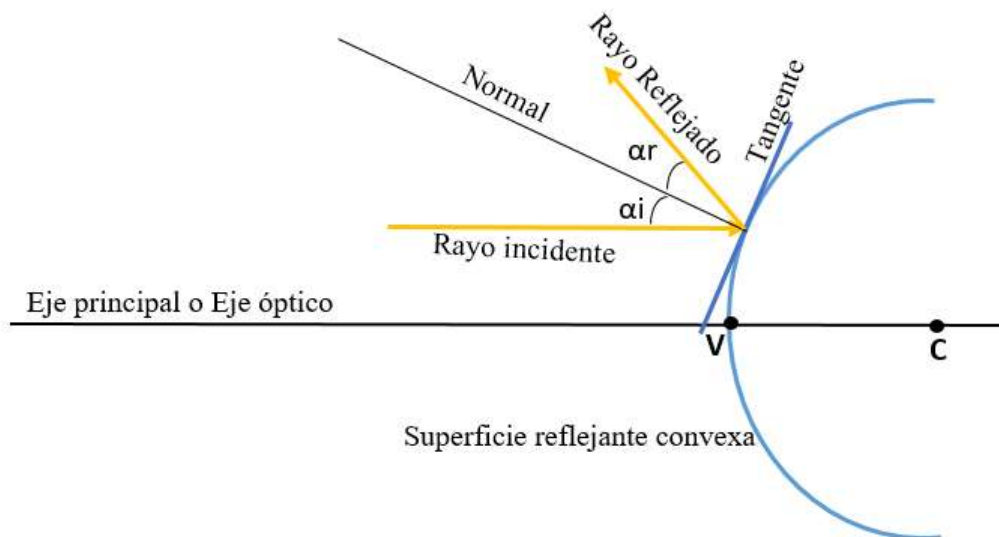


Superficie cóncava, rayos incidentes reflejados cuando pasan por el foco. **Figura 14**

Al reflejarse los rayos, estos se unen en un punto, este punto donde se encuentran los rayos es el foco y su longitud focal será la mitad del radio de curvatura es decir $F = R/2$ como se observa en la **figura 14**.

Foco en superficies reflejantes convexo

E igual que en los espejos cóncavos, en la superficie reflejante convexa se tiene en cuenta los criterios de la formación de la imagen en una superficie reflejante plana: se grafica media circunferencia y se toma como punto de partida una superficie reflejante plana que será tangente a la superficie curva en un punto de la circunferencia, en la cual, incide un rayo, esto quiere decir que los puntos donde inciden los rayos en la superficie son tomados como espejos planos infinitamente pequeños y que son tangente al punto donde inciden y reflejan los rayos como se muestra en la **Figura 15**

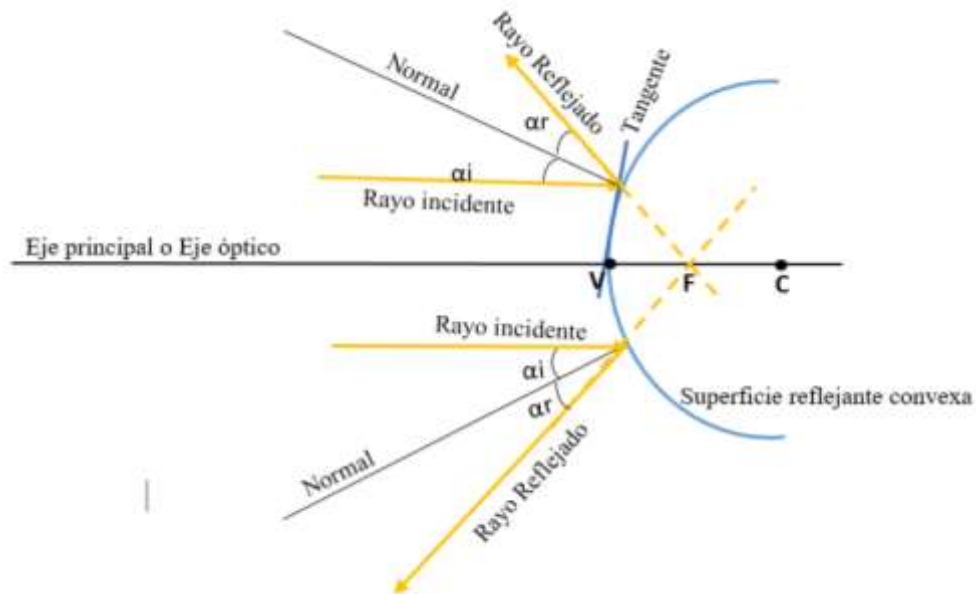


Superficie reflejante convexa, rayo incidente y reflejado. **Figura 15**

En los espejos convexos, el foco se halla de la siguiente manera:

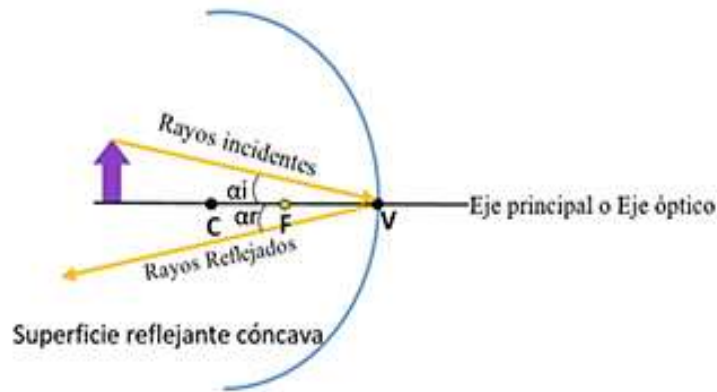
Inciden los rayos perpendiculares al eje principal o eje óptico al espejo y se reflejan, los rayos reflejados se prolongan, teniendo en cuenta el criterio del ángulo de incidencia (α_i) igual al ángulo

de reflexión (α_r). Al prolongarse los rayos reflejados se unen en un punto, este punto donde se encuentran los rayos prolongados es el foco como se observa en la **figura 16**. El foco se encuentra entre V y C, teniendo en cuenta que $\overline{VF} = \overline{FC}$ (Alonso, 1980); el eje óptico o eje principal del sistema óptico, es una línea que se traza por el vértice y el centro de curvatura (Serway, 1997)

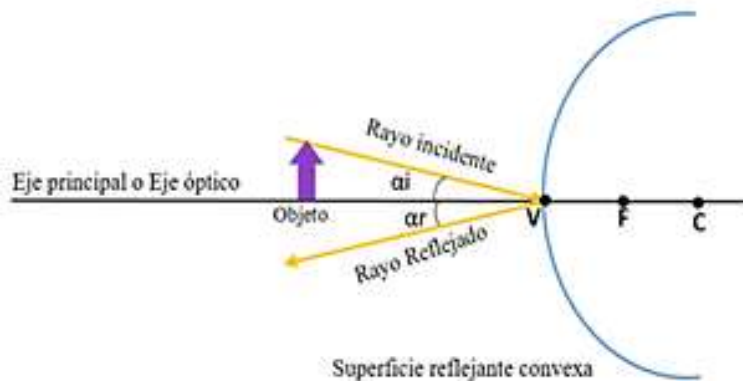


Superficie reflectante convexa, ubicación del foco al prolongar dos rayos reflejados. **Figura 16**

En la construcción de la imagen en superficies reflectantes curvas se tienen en cuenta los rayos notables, estos rayos notables dependen de la geometrización para dar razón de la formación de la imagen, estos rayos son proyectados y reflejados de tal manera que sea más fácil para la construcción de la imagen (Alonso, 1980), además se debe tener en cuenta que el ángulo que forma el rayo que incide en el vértice con respecto al eje óptico, lo que quiere decir es que cumple la ley de Snell por tanto, el ángulo generado por el rayo incidente es igual al ángulo del rayo reflejado con respecto al eje óptico que vendría siendo la normal, esto se cumple tanto para el espejo cóncavo como convexo como se muestra en la **figura 15** y **figura 16**. Si se tiene en cuenta la ley de Snell de los rayos notables con respecto al vértice para espejos cóncavos se representación como se muestra en la **figura 17** y para espejos convexos como se muestra en la **figura 18**.



Superficie reflectante cóncava, rayos notables con respecto al vértice. **Figura 17**



Superficie reflectante convexa, rayos notables con respecto al vértice. **Figura 18**

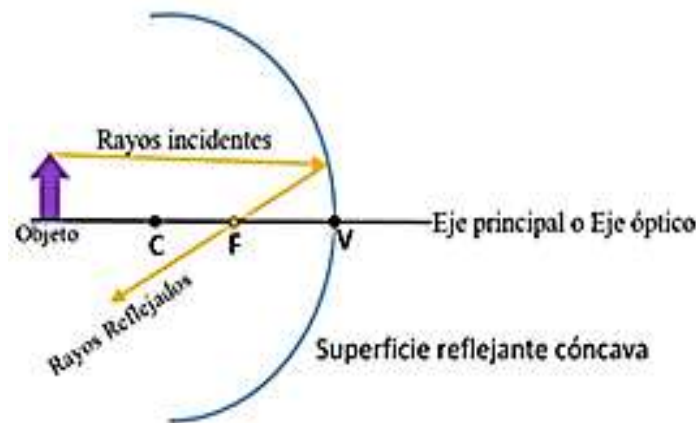
Rayos notables espejo cóncavo y convexo

Los rayos notables son una construcción geométrica para dar razón de la formación de la imagen en superficies reflectantes. Con base en la geometría, más de dos líneas forma un punto, ese punto en la construcción la imagen es un punto de referencia que sale del objeto.

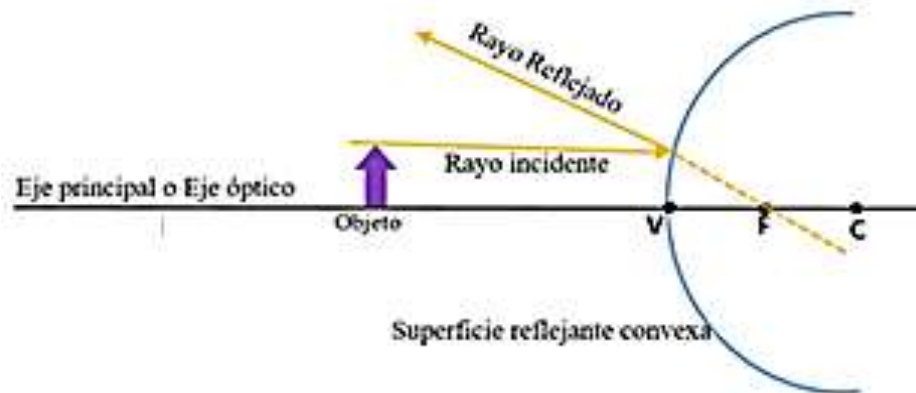
Para construir la imagen en superficies reflectantes curvas, se tendrá como partida la descripción de los rayos reflejados; el punto focal, de tal manera como se presentó anteriormente y tres (3) líneas, las cuales representara los rayos de luz que inciden en la superficie reflectante, los cuales serán fundamentales en la construcción de la imagen en estas superficies, teniendo en cuenta que los rayos reflejados en superficies cóncavas y convexas se proyectan de diferente manera como se mostrara a continuación.

Los rayos que se tendrán en cuenta en la formación de la imagen en superficies curvas son tres, estos rayos reciben el nombre de rayos notables, los cuales son: rayo paralelo (RP), rayo central (RC) y rayo focal (RF)

- **Rayos paralelos (RP):** El rayo es paralelo al eje principal o eje óptico, al reflejarse el rayo se prolonga por F, para el espejo cóncavo como lo muestra la **figura 19** y para el espejo convexo como lo muestra la **figura 20**

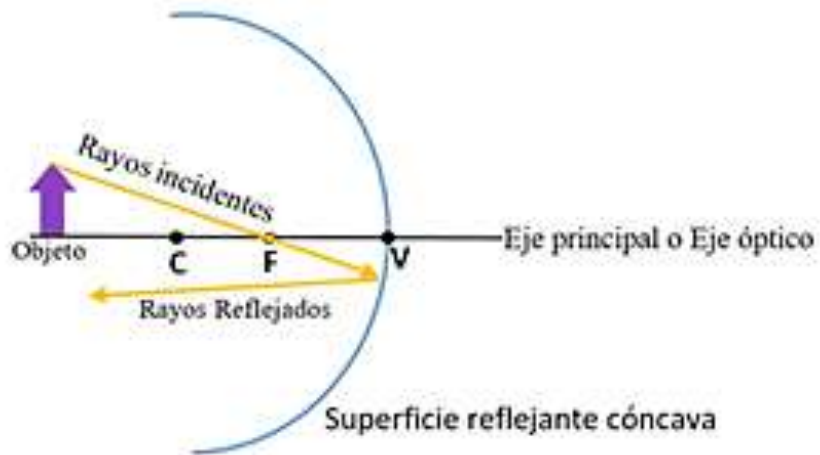


Rayos paralelos (RP) en superficies reflejantes cóncava. **Figura 19**

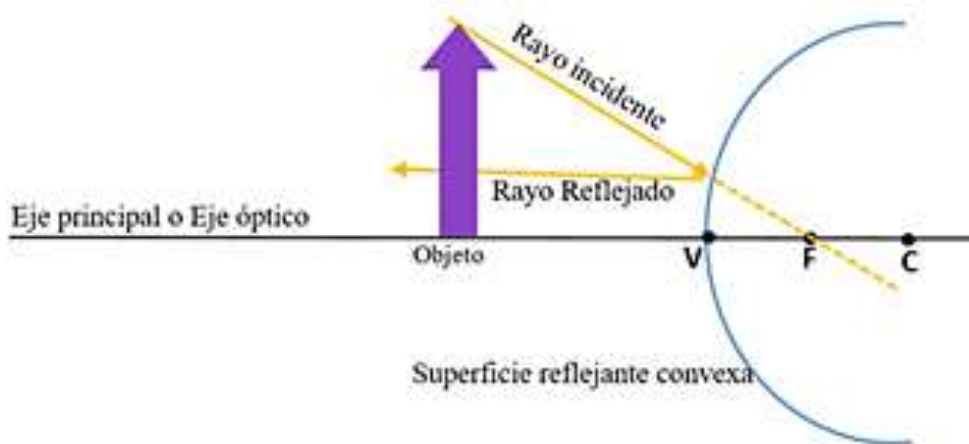


Rayos paralelos (RP) en superficies reflejantes convexa. **Figura 20**

- **Rayo focal (RF):** este rayo se proyecta o incide al espejo pasando por F, en otro caso la prolongación pasando por F y se refleja paralelo al eje principal o eje óptico, para el espejo cóncavo como lo muestra la **figura 21** y para el espejo convexo como lo muestra la **figura 22**.

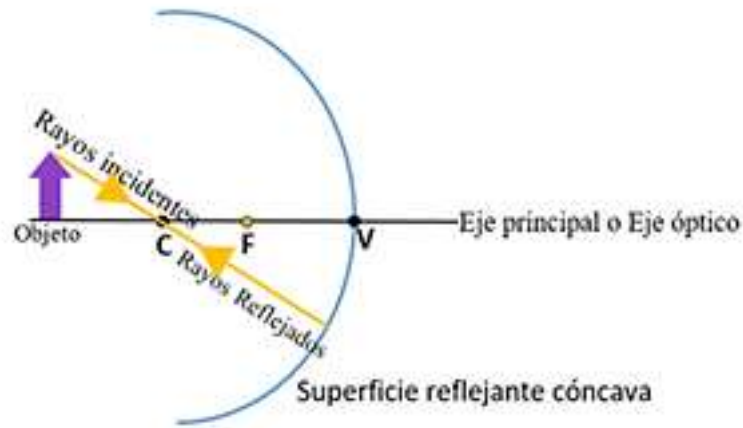


Rayo focal (RF) en superficie reflejante cóncava. **Figura 21**

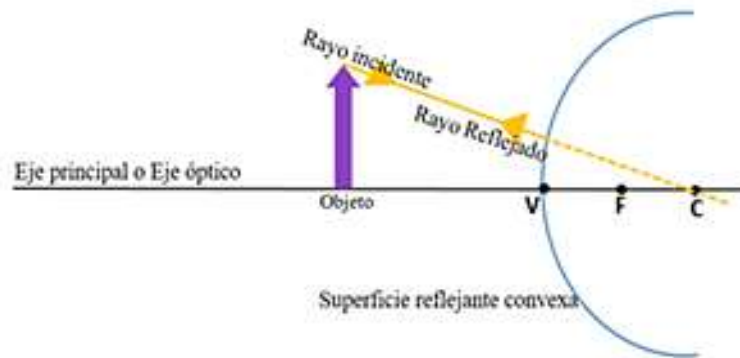


Rayo focal (RF) en superficie reflejante convexa. **Figura 22**

- **Rayo central (RC):** el rayo se proyecta y pasa por C o se prolonga por C, se refleja perpendicular a la superficie del espejo, por tato este se refleja en la misma dirección que se proyecta, para el espejo cóncavo como lo muestra la **figura 23** y para el espejo convexo como lo muestra la **figura 24**



Rayo central (RC) en superficie reflectante cóncava. **Figura 23**



Rayo central (RC) en superficie reflectante convexa. **Figura 24**

Los tres (3) rayos descritos salen de un punto del objeto y se grafican por separado, al unirse se forma un punto, en donde se ubicará la imagen, por tanto, para la formación de la imagen, se realiza la construcción geométrica en superficies reflectante curvas de la siguiente manera:

Construcción geométrica de la imagen en superficies reflectantes esféricos

Para dar cuenta de la imagen geoméricamente en superficies reflectantes curvas, se grafican los tres rayos notables ya mencionados en un solo plano de curvatura sea cóncava o convexa, para identificar los tres rayos (3) se indican con distintos colores, de la siguiente manera:

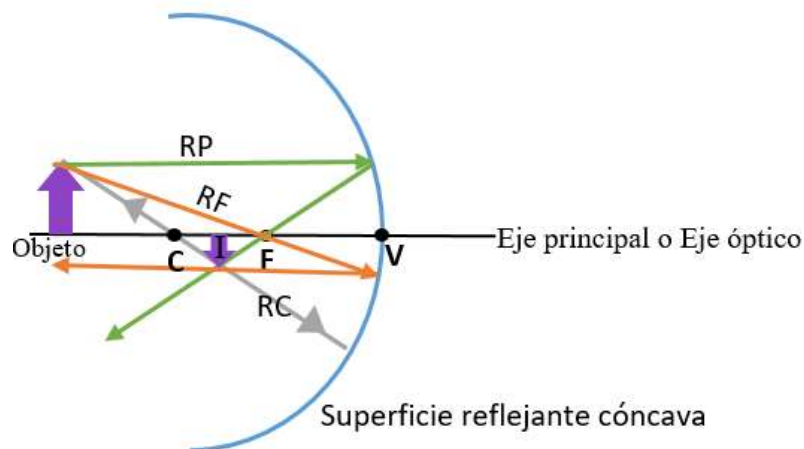
- El rayo paralelo (**RP**) de color verde
- El rayo focal (**RF**) de color naranja
- El rayo central (**RC**) de color gris

Después de indicar los colores de los tres rayos (3) se grafica de la siguiente manera:

Geometrización de los rayos notables en superficies cóncavas para la formación de la imagen

La proyección de los rayos y la formación de la imagen (**I**) en el espejo cóncavo depende de la ubicación del objeto con respecto al eje óptico, por ende, se mencionará cinco ubicaciones que podría tener el objeto, las proyecciones de los rayos y la posición de la imagen, estas cinco opciones son:

- **Cuando el centro de curvatura se encuentre entre el objeto y el foco**, se trazan los tres (3) rayos ya mencionados en un mismo plano, La grafica de los rayos y la imagen (**I**) formada se representa como se muestra en la **figura 25**. la imagen es pequeña, invertida y real



Geometrización de los tres rayos notables en una superficie reflejante cóncava. **Figura 25**

- **Cuando el objeto se encuentre entre el foco y el vértice** de la superficie cóncava, la imagen (**I**) que se genera de la construcción geométrica de los rayos notables, en este caso se graficarán solo el rayo paralelo (**RP**) y el rayo central (**RC**), como se muestra en la **figura 26**. La imagen es más grande y es virtual

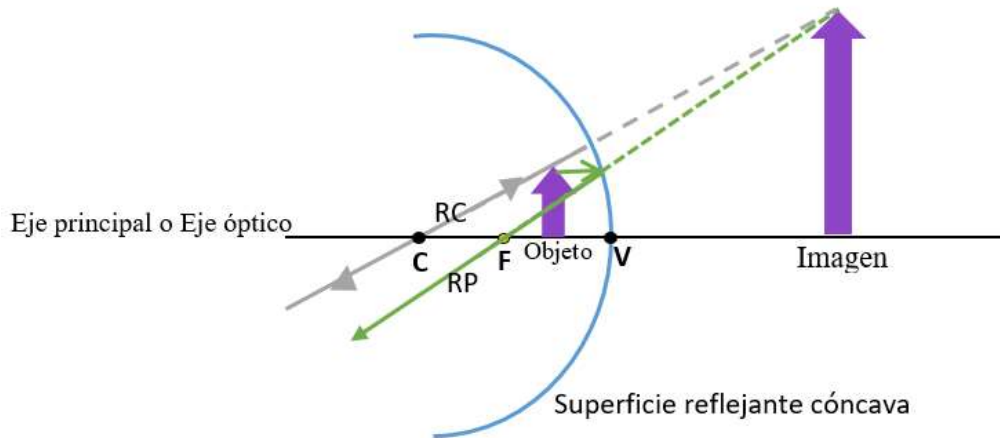


Imagen de un objeto, cuando este se encuentra entre el foco y el vértice, de la superficie reflectante cóncava **Figura 26**

- **Cuando el objeto está en el centro de curvatura (C)** ubicado en el eje óptico, se grafican dos (2) rayos notables, uno es el **RP** y el **RF** en un mismo plano, la imagen (**I**) que se genera de la construcción geométrica de los dos rayos notables se observa en la **figura 27**. La imagen es de igual tamaño, invertida y real.

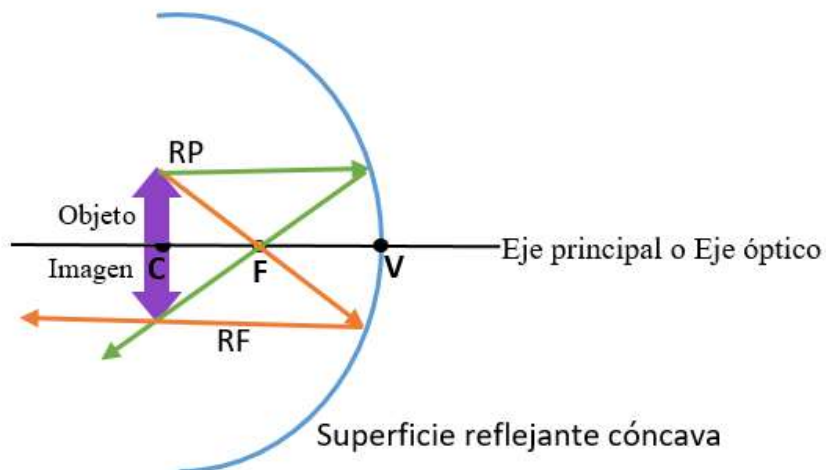


Imagen de un objeto, Cuando el objeto está en el centro de curvatura (C), de la superficie reflectante cóncava. **Figura 27**

- **Cuando el objeto se encuentra en C y F**, los rayos notables utilizado en esta construcción de la imagen son el **RP** y el **RF**, la imagen es más grande que el objeto, es invertida y es real, como se muestra en la **figura 28**

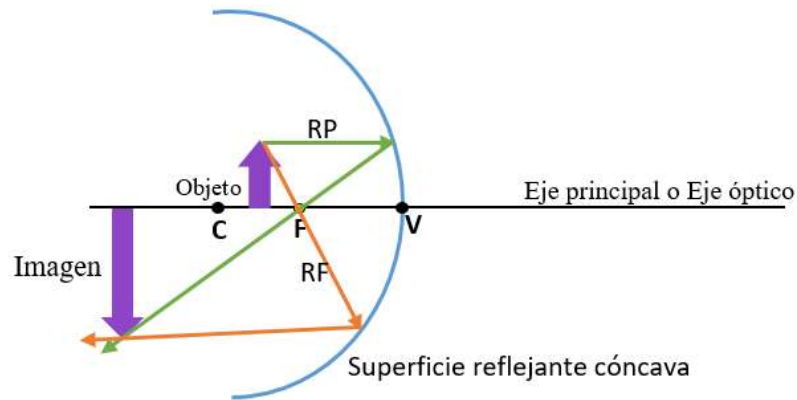


Imagen del objeto, cuando el objeto se encuentra entre el centro de curvatura y el foco, de la superficie reflectante cóncava. **Figura 28**

- **Cuando el objeto se encuentra en el foco (F)** se utilizan el **RP** y **RC** para la formación de la imagen, la imagen no se ve, ya que las rectas que representan los rayos no se cruzan como se observa en la **figura 29**

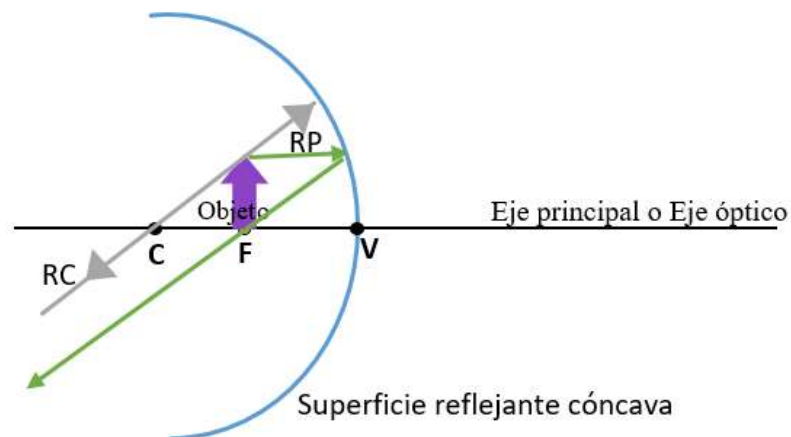


Imagen del objeto, cuando el objeto se encuentra en el foco (F) de la superficie reflectante cóncava. **Figura 29**

Geometrización de los rayos notables en superficie reflejante convexa para la formación de la imagen

- Cuando el objeto se encuentra al frente del espejo, para la formación de la imagen en espejos convexos se utilizan los rayos **RP** y **RC**, como se muestra en la **figura 30**. La imagen es derecha, pequeña con relación al objeto y la imagen es virtual.

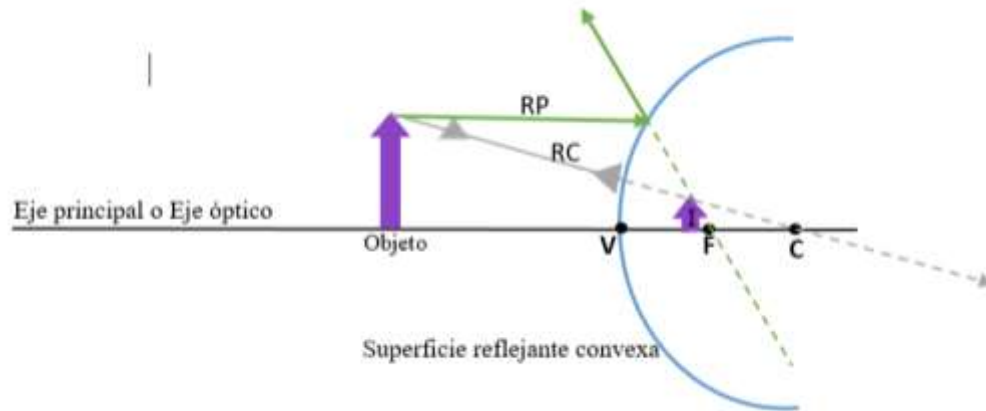


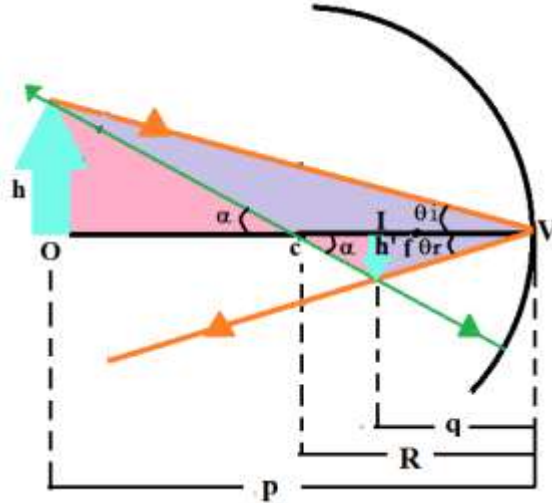
Imagen del objeto, cuando el objeto se encuentra al frente de una superficie reflejante convexa.

Figura 30

No solo se construye geoméricamente la imagen en superficies reflejantes curvas, sino también las ecuaciones que rigen la formación de la imagen en estas superficies, se construyen de la siguiente manera:

Ecuaciones que rigen la óptica geométrica en superficies reflejantes esféricas

Para hallar las ecuaciones de los espejos esféricos se tomará como referente la siguiente estructura: Cuando la posición del objeto es mayor que el centro de curvatura (c) como se observa en la siguiente imagen.



Construcción geométrica, con base en los rayos notables. **Gráfica 1**

Se tiene en cuenta las siguientes condiciones:

O: objeto

I: imagen

V: vértice

p: Distancia del vértice (V) del espejo al objeto

R: Distancia del centro de curvatura (C) al vértice del espejo (V)

q: Distancia de la imagen al vértice (V)

h: altura del objeto

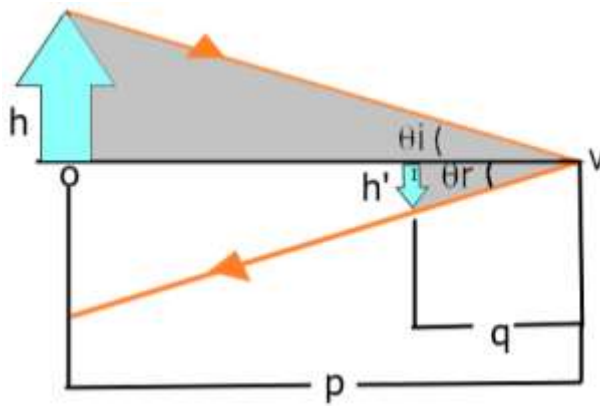
h': altura de la imagen

$\alpha = \alpha$ por ser ángulos opuestos por el vértice

$\theta_i = \theta_r$ cumpliendo la condición, el ángulo de incidencia igual al ángulo de reflexión.

Para hallar las ecuaciones relacionadas con el aumento de la imagen y la ecuación en espejos esféricos se realizará por medio de semejanza de triángulos, por tanto, se tomarán los siguientes esquemas:

Para hallar la ecuación del aumento de la imagen se realiza la siguiente relación en base a la **gráfica 1**:



Representación triangular con un rayo incidente y reflejado. **Gráfica 2**

La **gráfica 2** es la representación de los triángulos a relacionar, por tanto, las ecuaciones relacionadas a este grafico son:

$$\tan \theta_i = \frac{h}{p}$$

Ecuación 1

$$\tan \theta_r = -\frac{h'}{q}$$

Esta relación lleva signo negativo puesto que la imagen esta invertida

Ecuación 2

Como $\theta_i = \theta_r$ la relación quedaría de la siguiente manera:

$$\tan \theta_i = \tan \theta_r$$

$$\frac{h}{p} = -\frac{h'}{q}$$

Ecuación 3

Para hallar la relación de aumento de imagen

Se utiliza la ecuación 3 y se deja la altura del objeto e imagen en función de ambas distancias (p y q)

$$\frac{h}{p} = -\frac{h'}{q}$$

Ecuación 3

$$\frac{q}{p} = -\frac{h'}{h}$$

Ecuación 4

En la ecuación 4 se multiplica por -1 a ambos lados de la igualdad y se organiza de la siguiente manera

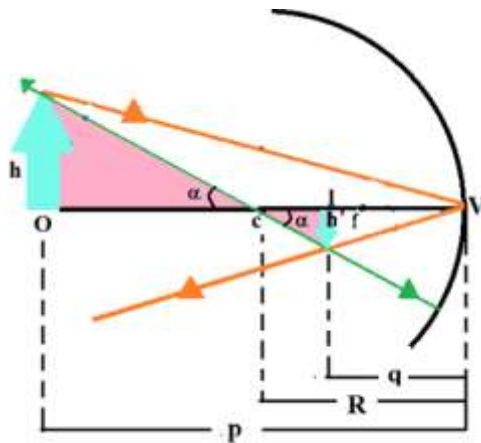
$$-\frac{q}{p} = \frac{h'}{h}$$

$$\frac{h'}{h} = -\frac{q}{p}$$

Ecuación 4

Para hallar la ecuación de los espejos esféricos se realiza la siguiente relación en base a la **gráfica 1**.

Los triángulos a relacionar son los que están pintados de rosado.



Relación triangular entre el rayo incidente, reflejado y central. **Gráfica 3**

Por tanto, las relaciones matemáticas con respecto a la **gráfica 3** son las siguientes:

El triángulo con respecto al objeto

$$\tan \alpha = \frac{h}{p - R}$$

Ecuación 5

El triángulo con respecto a la imagen, h' es negativa porque la imagen es invertida

$$\tan \alpha = \frac{-h'}{R - q}$$

Ecuación 6

Como $\alpha = \alpha$ por ser ángulos opuestos por el vértice, la relación es la siguiente:

$$\tan \alpha = \tan \alpha$$

Se igualan las **Ecuación 5** y **Ecuación 6**, queda de la siguiente manera:

$$\frac{h}{p - R} = \frac{-h'}{R - q}$$

Ecuación 7

De la **ecuación 7** se deja a h y h' en función de p , q y R . Queda de la siguiente manera:

$$\frac{R - q}{p - R} = \frac{-h'}{h}$$

Ecuación 8

Para que h y h' quede positiva se multiplica por -1 a ambos lados de la igualdad por tanto quedaría de la siguiente manera.

$$-\left(\frac{R - q}{p - R}\right) = \frac{h'}{h}$$
$$\frac{h'}{h} = -\left(\frac{R - q}{p - R}\right)$$

Ecuación 9

Como la **ecuación 4** y la **ecuación 9** quedan en función de **h** y **h'**

$$\frac{h'}{h} = -\frac{q}{p}$$

Ecuación 4

$$\frac{h'}{h} = -\left(\frac{R - q}{p - R}\right)$$

Ecuación 9

Se realiza la siguiente relación

$$\frac{h'}{h} = \frac{h'}{h}$$

Por tanto

$$-\frac{q}{p} = -\left(\frac{R - q}{p - R}\right)$$

Ecuación 10

Se multiplica a ambos lados de la igualdad por -1 y quedaría de la siguiente manera

$$\frac{q}{p} = \frac{R - q}{p - R}$$

Ecuación 11

Se realizan las siguientes operaciones algebraicas:

Se resuelve las fracciones

$$q(p - R) = p(R - q)$$

Ecuación 12

Se multiplican

$$qp - qR = pR - pq$$

Ecuación 13

Se deja aun lado de la igualdad a pq

$$pq + pq = pR + qR$$

Ecuación 14

Se reducen términos

$$2pq = pR + qR$$

Ecuación 15

Se despeja

$$2 = \frac{pR}{pq} + \frac{qR}{pq}$$

Ecuación 16

Se simplifica términos semejantes

$$2 = \frac{R}{q} + \frac{R}{p}$$

Ecuación 17

Factor común R

$$2 = R \left(\frac{1}{q} + \frac{1}{p} \right)$$

Ecuación 18

Se pasa a dividir R al otro lado de la igualdad

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$

Ecuación 19

Comof = $\frac{R}{2}$, entonces $R = 2f$, en la **ecuación 19** se reemplaza el valor de R, quedando de la siguiente manera

$$\frac{2}{2f} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$

Ecuación 20

Se simplifica el 2, quedando de esta manera la ecuación de los espejos esféricos

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{q} + \frac{1}{p}$$

Ecuación 21

Imagen real e imagen virtual

La formación de la imagen se puede explicar mediante los instrumentos ópticos ya mencionados, por tanto los objetos son visibles sólo en virtud de que reflejan la luz que reciben (Alvarado & Varela, 2012), por tanto la proporción de luz reflejada difiere de un cuerpo a otro, por ejemplo, en una habitación semioscura se podrá ver unos cuerpos mejor que otros (Alvarado & Varela, 2012), en otros casos la imagen puede ser más pequeña o más grande, dependiendo de la posición del objeto (Jenkins & White, 1965), del esquema geométrico para dar cuenta si una imagen es real o virtual sabiendo que en los espejos esféricos la parte reflejante será la zona real que será positiva y detrás del espejo será la zona virtual y es negativa, para identificar cuando la imagen es real o virtual se tiene en cuenta que:

Como se observa en la **figura 25** para la superficie reflejante cóncava y la **figura 29** para la superficie reflejante convexo, los rayos de luz son divergentes, por decirlo así existen dentro del cerebro, la imagen es recta, no cambia el tamaño de la imagen y los rayos de luz se encuentran en un punto, por ejemplo, la imagen en un espejo plano está a cierta distancia detrás del espejo (Britannica, 208).

Estos aspectos teóricos mencionados sobre los elementos necesarios para la formación de la imagen, se utilizaron para la construcción de la estrategia de aula.

CAPÍTULO III

ENSEÑANZA DE LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN EN SUPERFICIES REFLEJANTES

Alrededor de la formación de la imagen, se genera todo un trabajo entorno a la óptica geométrica, a través de elementos ópticos, la cual se deja establecida su geometría, dando apertura a la reflexión de ¿Cómo se organiza la estructura geométrica en superficies reflejantes planas y curvas?

Aunque en los libros escolares como: el libro de física 11 de Santillana, se señala que la luz viaja en línea recta, sin embargo al trabajar alrededor de este tema, se evidencia que no es obvio, por tanto, en este trabajo se comienza a trabajar la relación de la luz como rayo por medio de la siguiente actividad: en una tabla con foami colocar una hoja en blanco, encima del foami se colocan alfileres uno delante del otro, de tal manera, que el de adelante no de deje ver el de atrás, después se quitan los alfileres y se unen los puntos hechos por los alfileres con un lápiz o esfero (Bautista, 2018), al terminar dicha práctica se alumbra un láser, en el momento de utilizar el láser se les indica a los estudiantes que no deben apuntarse el láser a los ojos, ya que causa daño y no apuntarle a los demás por respeto, después de esta información, los estudiantes colocan el láser encima de la gráfica que se señaló con el lápiz o esfero.

Al ir implementado la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN** se crearon algunas preguntas que contextualizaran a los estudiantes sobre la concepción de la luz como rayo, aunque en los libros de textos, este tema está establecido y define la luz como rayo, en el aula de clase al ir implementado la estrategia de aula se evidenció que no es claro para el alumno la concepción de la luz como rayo ni la trayectoria de la luz, luego de realizar las preguntas generadoras, que se encuentran en la estrategia de aula (anexo1) se siguen con las actividades propuestas en la estrategia de aula de la siguiente manera:

Actividad 1 esta actividad se llama **el camino de la luz**, el objetivo de esta actividad es reconocer la trayectoria y dirección de la luz,

Para esta actividad, los estudiantes de grado once del colegio INJUV forman grupos de trabajo para responder las siguientes preguntas:

- ¿La luz tiene alguna dirección? Esta pregunta dio apertura para dar cuenta que es lo que cada grupo de trabajo grupo interprete, relacione o que saben a cerca de la dirección de la luz.
- ¿Cómo puede explicar que se pueda ver el primer alfiler y los demás no? Llevar al estudiante a una reflexión de porque se puede ver los objetos
- Quitar los alfileres y a cada punto dejado por estos en la hoja colocarle letras **a, b, c, d, e y f**, luego unir los puntos que dejaron en la hoja, ¿Qué observa cuando une los puntos? Esta pregunta es para que realicen la representación y sirva como apoyo para la realización de la actividad siguiente, que vayan relacionando la concepción de línea recta.
- Con base en la experiencia realizada con el láser ¿Qué trayectoria tiene la luz generada por el láser? Esta pregunta se basó en la gráfica elaborada anterior mente, al colocarla dentro de la caja de cartulina negra, esparcirle talco al interior de esta, y al colocar el láser en la dirección de la gráfica realizada previamente se observa que la trayectoria de la luz es en línea recta por medio de un rayo.
- Estas dos preguntas siguientes se generaron para que los estudiantes encuentren relaciones con las dos actividades propuestas (alfileres y láser): ¿Qué trayectoria genera la luz? y ¿Puede indicar o representar si la luz se propaga en diferentes trayectorias? De esta manera lograr una relación de la luz como rayo y su trayectoria

Actividad 2 se llamó **Direccionando la luz** (superficies reflejantes planas) (anexo 1), las preguntas relevantes a la actividad, fueron:

- Al realizar la experiencia con los alfileres y graficar los puntos, ¿Cuál es el valor de los ángulos β_r y β_i ?, al hacer la relación con el láser y con respecto a los ángulos hallados en la experiencia ¿Cómo sería la relacionar matemática entre ellos?, estas preguntas se generaron para dar cuenta de la ley de Snell.

- ¿Qué distancia hay entre el alfiler **b** y el espejo?, ¿Qué distancia hay entre el espejo y la imagen del alfiler **b**?, Si mueves el alfiler **b** a otra posición frente al espejo contestar: ¿Qué tamaño tiene la imagen del alfiler **b**?, ¿Dónde observas la imagen del alfiler **b**? estas preguntas se generaron para dar cuenta del tamaño de la imagen en superficies planas.

Actividad 3 se llamó **Direccionando la luz** (superficies reflejantes curvas) (anexo 1) cóncava y convexa, las preguntas relevantes a la actividad, fueron:

- Al graficar la trayectoria del haz del láser ¿Cómo es la trayectoria del rayo de luz?, En el punto donde se unen o converge los rayos del láser trazar una línea perpendicular a la superficie reflejante desplázalo horizontalmente, ¿Qué sucede con el rayo de luz?, dar cuenta de la geometría que se necesita en la formación de la imagen
- ¿De qué manera relacionarías la formación de la imagen con las experiencias realizadas? Esta pregunta para dar cuenta de la imagen en estos espejos

Actividad 4 se llamó **Mirando a través de superficies reflejantes planas**, (anexo1) las preguntas relevantes de la primera actividad fueron

- ¿En dónde se ve la imagen generada por la vela?, ¿Qué distancia hay entre? La vela – superficie reflejante y superficie reflejante – baso, ¿Qué sucede con la distancia de ambas velas con respecto a la superficie reflejante? Estas preguntas se generan para dar cuenta de la imagen y la formación de la imagen en superficie reflejante planas.

Inclinar la superficie reflejante

- ¿Qué sucede con la imagen cuando se inclina la superficie reflejante? Esta pregunta fue generada para dar cuenta de la forma de la imagen al inclinar una superficie reflejante plana

Actividad 5 se llamó **¿Cómo observas la imagen?** (anexo1) las preguntas relevantes de esta actividad fueron:

- Estas preguntas son en base a las superficies reflejantes curvas, ¿Qué diferencia hay entre las superficies mostradas?, ¿Cómo clasificarías las superficies anteriores?, son preguntas para evidencia la forma de la imagen en estas superficies.

Actividad 6 se llamó **¿Dónde está la imagen?** (anexo1), para las dos experiencias las preguntas relevantes de la actividad fueron:

- ¿Cómo es la imagen que se genera en la pirámide?, se genera esta pregunta para que el estudiante observe como es la imagen en diferentes posiciones
- Si se cambia el material de la pirámide por espejos ¿cómo sería la imagen generada?, ¿Qué diferencias hay entre las dos pirámides?, estas preguntas se generan para dar cuenta de la imagen en diferentes medios
- ¿La imagen que se genera es real o virtual? Y ¿Por qué se puede ver el objeto? Una manera de identificar entre imagen real y virtual

SISTEMATIZACIÓN

Mediante el estudio de los aspectos que intervienen en la formación de la imagen, como son: la concepción de la luz como rayo, el fenómeno de la reflexión de la luz y la óptica geométrica en superficies reflejantes, se diseña una estrategia de aula en donde se plantean actividades prácticas que posibiliten abordar la formación de la imagen en superficies reflejantes, que aportan a la enseñanza de óptica geométrica, y la construcción de criterios de acción en el aula, por parte del maestro como guía de construcción del saber.

Al implementar la estrategia de aula no se logró realizar todas las actividades propuestas en la estrategia de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN**, por falta de tiempo del profesor titular, puesto que tenía que cumplir con la malla curricular ya establecidas y solo me permitió un espacio de 90 minutos para realizar la actividad en el grado 11.

Las actividades que se alcanzaron a implementar de la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN** fueron: las preguntas correspondientes a **las trayectoria y concepción de la luz; Actividad 1: el camino de la luz; Actividad 2: Las preguntas relevantes a la actividad, Direccionando la luz (superficies reflejantes planas)** teniendo en cuenta la ley de Snell ($\beta_r = \beta_i$).

Al inicio de la actividad de la estrategia de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN**, realizada por los estudiantes se evidenció por medio de las actividades realizadas por los estudiantes, que la concepción de la luz como rayo y la trayectoria de la luz en línea recta no es claro, y no encuentran una relación con la formación de la imagen, por otra parte, los estudiantes interpretaron que la luz es diferente en distintos escenarios o lugares, y que la luz se divide cuando hay un objeto, en el transcurso de la realización de esta actividad, entre los estudiantes se generó la siguiente pregunta ¿Porque podemos ver los objetos?

Sin embargo, en el transcurso de la realización de esta actividad de la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN** guiada por el maestro, se observa que los estudiantes encuentran relaciones entre la experiencia con los alfileres y el láser, las gráficas realizadas por los grupos van acorde con la experiencia realizada, con esta experiencia llegan a la relación de que la luz viaja en línea recta, en la realización de esta experiencia por medio de la implementación y las actividades realizadas se evidenció que los estudiantes tienen claro la concepción de reflexión, manejan el concepto de línea recta y tiene en cuenta la importancia del observador.

El material llevado al aula de clase para la implementación apporto para dar cuenta de la concepción de la luz como rayo y la trayectoria de la luz es en línea recta, se evidencio que los estudiantes tenían claro el concepto del fenómeno de la reflexión de la luz en superficies reflejantes planas dando claridad que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión cumpliendo con la ley de Snell ($\beta_r = \beta_i$) por medio de la geometrización como se observa en la **implementación que se encuentra en el anexo 2**

La importancia del maestro de física no como trasmisor de conocimiento sino como sujeto activo que interviene como mediador entre el estudiante y el trabajo que realiza el estudiante en el aula, *teniendo en cuenta que aprender es más que memorizar* (Arguelles Pabón & Nagles Garcia, 2006), al ir al aula de clase se observó que el maestro debe ser parte activo, por tanto se requiere que él genere condiciones propicias para que el alumno afiance lo que sabe y genere nuevas reflexiones alrededor del tema o una situación que el docente lleva al aula, más aun el maestro requiere vincular y relacionar temas, contenidos, necesidades, intereses, experiencias y vivencias del estudiante, generando así que los estudiante sean autodidactas, que logren la búsqueda de soluciones de manera creativa, utilizando las destrezas y habilidades en las situaciones presentes, generando que el alumno disfrute de lo que aprende, esto se observó en el momento que se implementó la propuesta de aula, se generó el espacios para el dialogo entre los estudiantes, lo cual les ayudó a externalizar lo que están reflexionando, fomentando así la comunicación y el respeto por el otro, adicionalmente generar estrategias de tal manera que la nueva información adquiriera sea significativa por la interacción con conceptos previos, los cuales *reflejan mayor jerarquía o generalización a través de un proceso deductivo* (Arguelles Pabón & Nagles Garcia, 2006).

Al llevar al salón de clase la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN**, se evidenció que la física da apertura a fomentar la reflexión sobre cómo llevar temas de física y no simple sea un paso de información, el estudiante se incentivó a: la reflexión; la toma de decisiones en la solución de situaciones problemas propuestos en la estrategia de aula; la creatividad para organizar las actividades; encontrar una relación de lo que sabe , lo que aprende con la vida cotidiana; que el estudiante le dé sentido a lo que aprende, no solo memorizar, sino que sea significativo lo que interpreta y reflexione en lo que aprende.

Por último, teniendo en cuenta que la estrategia de aula no se implementó con totalidad por falta de tiempo, las partes que se implementaron de este material fueron dos: **el camino de la luz (superficies reflejantes planas)** y **direccionando la luz (superficies reflejantes planas)**, estas dos partes del material realizados en el aula dieron perspectivas para realizarles modificaciones adecuadas para mayor comprensión de las actividades, por tanto, los cambios pertinentes para el

material “**LO QUE NO SE VE EN LA FORMACION DE LA IMAGEN**” sean oportunos en el aula, responde a lo que se observó en el salón de clase y los interrogantes que solo se generaron cuando se coló en tela de juicio la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN** ante los estudiantes, puesto que la primera versión del material¹ en la primera actividad “**el camino de la luz (superficies reflejantes planas)**”, se cambiara el nombre **El camino de la luz (superficies reflejantes planas)** por **El camino de la luz**, por otra parte, no se especificaba paso a paso lo que los estudiantes debían realizar y lo que hicieron fue moldear un gráfico propuesta en esta actividad, en otras condiciones (foami y alfileres) sin generar reflexiones de lo que se estaba haciendo o qué sentido tenía realizar la actividad, por tanto las modificaciones a esta actividad es escribir las indicaciones paso a paso y resaltar el trabajo en equipo y que se debe leer las instrucciones antes de realizar la actividad; en la segunda actividad **direccionando la luz (superficies reflejantes planas)** aunque estaban las instrucciones se añadió y resaltó: **trabajo en equipo y leer las instrucciones antes de iniciar la actividad.**

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Para dar respuesta a la pregunta problema ¿Mediante qué actividades prácticas y situaciones de estudio se puede abordar la formación de la imagen en superficies reflejantes planas y esféricas, para la enseñanza de la óptica geométrica con estudiantes de grado 11? Se realizó un estudio de corte conceptual sobre: la trayectoria de la luz, la concepción de la luz como rayo, el fenómeno de la reflexión de la luz, la geometría de la luz en superficies reflejantes planas y curvas y la imagen virtual y real, con este estudio teórico se organizaron actividades prácticas, las cuales involucraban a los estudiantes de manera activa, fomentando la comunicación entre los alumnos y maestro que realiza la implementación.

En la implementación se observó que algunos conceptos de la óptica no son evidentes como es el concepto de la luz como rayo y la geometría que se necesita para la formación de la luz como rayo y el concepto de imagen real y virtual y se evidencio que el tema de la formación de la imagen en superficie reflejantes es extenso y con una sola clase no se alcanzó a abarcar todo el tema, por tanto, es importante el tiempo que se necesita en física para llevar un proceso de reflexión, solución y relación del conocimiento adquirido con lo que está aprendiendo, es un proceso que necesita de tiempo.

En la elaboración de las actividades propuestas para la construcción de la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN** se observó que las experiencias sobre óptica están al alcance del maestro que realiza la implementación, ya que se aprovechan materiales de bajo costo para elaborar actividades que fomenten y fortalezcan las habilidades tanto del estudiante como del docente, por otra parte se evidencio que es importante realizar las actividades previamente antes de llevarlas al aula para tener una planificación, que permita tener claro los objetivos y el desarrollo de la clase lo que se busca en la clase y con ello posibilitar un mejor proceso con los estudiantes

En la implementación se observaron diferentes aspectos que fortalecieron la labor docente en el área de física como: la importancia de la elaboración del material llevado al aula, el cual, debe ser coherente con el tema a trabajar, logrando la atención, interpretación y búsqueda de soluciones en la actividad propuesta, sin embargo, se observó que en momentos los estudiantes no se les generaba interés en las actividades propuestas y no encontraban ninguna relación con la vida cotidiana.

Con el apoyo de la propuesta de aula e implementación se evidenció que los estudiantes tienen claro el concepto de la reflexión de la luz y la trayectoria de la luz como rayo, reforzando y aclarando lo que aprende, colocando así a prueba y en práctica el conocimiento adquirido, promoviendo el diálogo entre los estudiantes, fomentando la autonomía en la solución de problemas en los temas propuestos en la implementación de la propuesta de aula **LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN** los cuales relacionaron con la vida diaria.

Aunque este aspecto que se mencionará a continuación no es parte de la investigación, sin embargo, en el desarrollo de la implementación se evidenció la importancia de relacionar otras áreas de estudio en el aprendizaje del estudiante, como por ejemplo la geometría, puesto que algunos estudiantes al medir los ángulos de la actividad no sabían cómo medir el ángulo y no sabían cómo utilizar el instrumento de medida que es el transportador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. (1980). Introducción a la física II. Bogotá Colombia: ediciones cultural colombiana Ltda.
- Alvarado Lemus, J. A., Valdes Castro, P., & Varela Nájera, J. B. (2012). Óptica bachillerato universitario. México: Once ríos editores.
- Arango González, C. M. (2013). La enseñanza de la óptica desde una conceptualización integradora de sus teorías, dinamizada y orientada por una concepción del aprendizaje significativo crítico. La enseñanza de la óptica desde una conceptualización integradora de sus teorías, dinamizada y orientada por una concepción del aprendizaje significativo crítico. Medellín, Colombia.
- Arguelles Pabón, D. C., & Nagles Garcia, N. (2006). Estrategias para promover procesos de aprendizaje autónomo. Bogotá D.C.: Universidad EAN.
- Bautista, G. (2018). Módulo: Observando la luz. Bogotá, Colombia.
- Bautista, J. M. (2015). Estrategias para fortalecer el aprendizaje significativo de la dinámica de fluidos en los estudiantes del grado décimo del colegio madre elisa Roncallo. Bogotá.
- Beltrán, J. (2002). Procesos, estratégicos y técnicas del aprendizaje. Madrid, España.
- Britannica, E. D. (19 de abril de 2018). Enciclopedia Britannica. Obtenido de <https://www.britannica.com/technology/optical-image>
- Campanario, J. M., & Aida, M. (1997). ¿Cómo enseñar ciencias? Enseñanza de las ciencias, 179-192.
- Cely Rueda, I. L. (2013). La formación de imágenes a través de lentes y espejos desde la metodología del aprendizaje activo. Estudio de caso: colegio la Salle Bello. La formación de imágenes a través de lentes y espejos desde la metodología del aprendizaje activo. Estudio de caso: colegio la Salle Bello. Medellín, Colombia.
- Fraassen, B. (1980). La imagen científica. México D.F. Paidós mexicana S.A.
- Gagliardi, M., Giordano, E., & Recchi, M. (2006). Un sitio web para la aproximación fenomenológica de la enseñanza de la luz y la visión. Enseñanza de las ciencias, 139-146.
- Gómez, J. A., & Flórez R, I. D. (s.f.). Construcción de explicaciones desde la experiencia. Construcción de explicaciones desde la experiencia. Bogotá, Colombia.
- Hecht, E. (2000). Óptica. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana.
- Hernández, M. L., & Tarazona, I. (2004). El ver y la luz su problemática y relación con la experiencia. El ver y la luz su problemática y relación con la experiencia. Bogotá, Colombia.

- Jenkins, F. A., & E. White, h. (1965). Fundamentals of optics . California: mcgraw-hill companies, inc.
- Los mundos de brana. (26 de marzo de 2015). Obtenido de los mundos de brana: <https://losmundosdebrana.wordpress.com/2015/03/26/ibn-al-haytham-el-primer-gran-cientifico/>
- Lucero, I., & Concari, S. (4 de noviembre de 2018). Los problemas cualitativos en las clases prácticas de óptica: una propuesta. Aregentina. Obtenido de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/web/cyt/cyt/2001/9-educacion/d-005.pdf>
- Perdomo Díaz, I. F. (2016). El estudio de fenómenos ópticos: una reflexión sobre él. El estudio de fenómenos ópticos: una reflexión sobre él. Bogotá, colombia.
- Pérez, E. H. (2012). Diseño, construcción e implementación de una herramienta didáctica para abordar algunos conceptos fundamentales de óptica geométrica. Bogotá.
- Salinas, J., & Sandoval, J. (2000). Enseñanza experimental de la optica geometrica: campos de vision de lentes y espejos. Brasil .
- Serrano Sánchez, A. L. (2013). El comportamiento de la luz: diseño y evaluación de una. El comportamiento de la luz: diseño y evaluación de una. Bogotá, colombia.
- Serway, R. A. (1997). Física, tomo II. Mexico d.f: mcgraw-hill interamericana editores, s.a de c.v.
- Sommerfeld, A. (s.f.). Optics . New York: Academic Press.

ANEXOS

ANEXO 1. PROPUESTA DE AULA: LO QUE NO SE VE EN LA FORMACIÓN DE LA IMAGEN



LO QUE NO SE VE EN LA FORMACION DE LA IMAGEN

LO QUE SABES Y LO QUE APRENDES, UNA PERSPECTIVA DE TU CREATIVIDAD

OBJETIVO GENERAL

Estudiar la formación de la imagen en superficies reflejantes y espejos esféricos (cóncavos), por medio de la geometrización

OBJETIVO ESPECIFICO

- Identificar como se propaga la luz para la formación de imágenes.
- Determinar los fenómenos de la luz que dan cuenta en la formación de la imagen.
- Analizar los elementos que se necesitan para la formación de imágenes en superficies reflejantes plana y esféricas (óptica geométrica).
- Observar las imágenes generadas en cada experiencia
- Relacionar los experimentos elaborados con la experiencia de los estudiantes.

La óptica da apertura al estudio de los fenómenos de la Luz, como se observa en el sol, la luna, las estrellas, el fuego, pantallas de computadores, elementos que nos proporcionan luz. **Los artistas han utilizado la luz, la sombra y el color como ayuda para ilustrar el estado de ánimo y crear diversos ambiente, como se logra con los vitrales; por otra parte la fotografía y la cinematografía han logrado tener una mejor calidad en los ambientes, contribuyendo así a una mejor respuesta emocional en la audiencia; también en el teatro y la danza, la luz ha sido de gran ayuda para dar un diseño de iluminación en los escenarios, implicando así la manipulación de luces encontrando la intensidad adecuada, el color, la dirección, el enfoque y la posición, consiguiendo de esta manera que la trama de las obras evoquen emociones en la audiencia; además gracias a las innovaciones tecnológicas de la luz, la iluminación arquitectónica se ha convertido en una forma de arte, resaltando la belleza de los entornos, dando un ambiente llamativo y agradable, para esta clase de iluminación se utilizan el láser o la nueva tecnología de LED, imágenes en 3D como los hologramas o en realidad aumentada, los cuales muestran imágenes espectaculares y entretenidas.**

QUE SABES Y LO QUE APRENDES, UNA PERSPECTIVA DE TU CREATIVIDAD

En grupo contestar las siguientes preguntas según el punto de vista de cada integrante, escribirlo y si es necesario graficar.

- ❖ ¿La luz tiene alguna dirección? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

- ❖ ¿Cómo se forma la imagen en superficies reflejantes planas? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

- ❖ ¿Cómo se forma la imagen en superficies reflejantes curvas? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

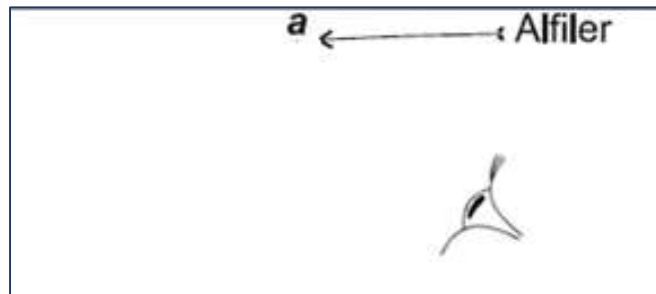
EL CAMINO DE LA LUZ

Materiales

- Alfileres
- Soporte en foami
- Hoja blanca
- Lápiz
- Regla
- Base de cartón paja
- Caja de cartulina negra
- Talco

Realizar la siguiente experiencia con ayuda de todos los integrantes del grupo de trabajo, seguir las instrucciones e ir organizando la actividad.

Colocar una hoja sobre el foami, luego el alfiler **a** como lo indica la imagen



TRAYECTORIA DE LA LUZ EN UN MEDIO HOMOGÉNEO [FIGURA], RECUPERADO DE MÓDULO: OBSERVANDO LA LUZ (BAUTISTA G. ,
MÓDULO OBSERVANDO LA LUZ, 2018)

Después ubicar los 5 alfileres que serán indicados por letras, estos alfileres se colocarán diagonal al alfiler **a** uno por uno, de la siguiente manera:

Diagonal al alfiler **a** colocar el alfiler **b** de tal manera que el alfiler **b** no deje ver el alfiler **a**, luego ubicar el alfiler **c** de tal manera que no se observe el alfiler **b**, después situar el alfiler **d** de tal manera que no se vea el alfiler **c** y así sucesivamente con los alfileres **e** y **f**

- ❖ Al terminar de colocar los alfileres, observar el alfiler **f** ¿puedes observar el primer alfiler **a**? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

- ❖ Si ves los objetos debido a la luz que refleja ¿Cómo puede explicar que se pueda ver el primer alfiler y los demás no? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

- ❖ Quitar los alfileres y a cada punto dejado por estos en la hoja colocarle letras **a, b, c, d, e y f**, luego unir los puntos que dejaron en la hoja, ¿Qué observa cuando une los puntos? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

Ahora armar la caja de cartulina negra y debajo colocar la base de cartón paja, dentro de la caja de cartulina negra colocar la gráfica realizada con los alfileres anterior mente (sin los alfileres), luego ubicar el láser en la gráfica colocada en el interior de la caja, después apuntar el láser en la dirección que indica la gráfica desde el punto señalado con la letra **f**, a continuación, coger un poquito de talco en la mano y soplarlo delicadamente en el interior de la caja. (Es importa la colaboración de los integrantes del equipo de trabajo)

- ❖ Con base en la experiencia realizada con el láser ¿Qué trayectoria tiene la luz generada por el láser? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

Responder en relación con la experiencia realizada con los alfileres y el láser:

- ❖ ¿Qué trayectoria genera la luz? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar

- ❖ ¿Puede indicar o representar si la luz se propaga en diferentes trayectorias? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar.

DIRECCIONANDO LA LUZ (SUPERFICIES REFLEJANTES PLANAS)

Materiales

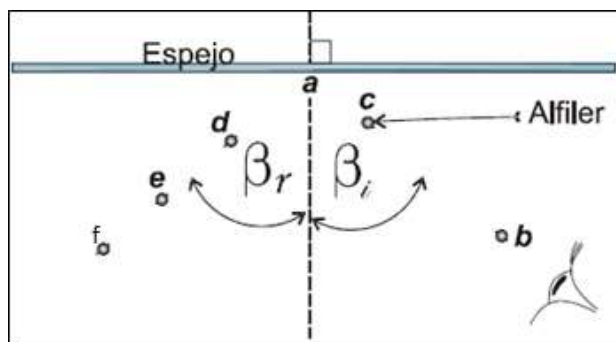
- Espejo plano
- Alfileres
- Foami
- Hoja blanca
- Transportador
- Regla
- Base de cartón paja
- Caja de cartulina negra
- Talco

Leer cuidadosamente las instrucciones e ir las siguiendo

En una superficie fija de foami colocar una hoja blanca y luego colocar un espejo; en la hoja blanca trazar una línea perpendicular al espejo, en seguida colocar un alfiler **a** pegado al espejo y a su vez sobre la línea trazada.

Para ubicar los alfileres **b** y **c** como muestra la imagen hay que tener en cuenta los siguiente: colocar el alfiler **c** diagonal al alfiler **a** de tal manera que el alfiler **c** no deje ver el alfiler **a** y el alfiler **b** colocarlo de tal modo que no se pueda observar ni el alfiler **c** ni el alfiler **a**.

Por otra parte, para colocar los alfileres **d**, **e** y **f** como muestra la imagen hay que tener en cuenta el siguiente orden e instrucción: colocar el alfiler **d** diagonal al alfiler **a** de tal manera que este no deje ver el reflejo de los alfileres **a**, **b**, **c**, después colocar el alfiler **e** de tal forma que no se vea el alfiler **d** y el alfiler **f** colocarlo de tal modo que no se vea el alfiler **e**.



LA REFLEXIÓN DE LA LUZ EXPERIMENTO NÚMERO 2 [FIGURA], RECUPERADO DE MÓDULO: OBSERVANDO LA LUZ (BAUTISTA G., MÓDULO OBSERVANDO LA LUZ, 2018)

Al terminar de colocar los alfileres, señalarlos con letras, quitar los alfileres y unir los puntos dejados por los alfileres y graficar.

- Después de graficar el esquema, señala los ángulos y con ayuda de un transportador indica el valor del ángulo β_r y β_i

Ahora armar la caja de cartulina negra y debajo colocar la base de cartón paja, dentro de la caja de cartulina negra colocar la gráfica realizada con los alfileres anterior mente (sin los alfileres), luego ubicar el láser en la gráfica colocada en el interior de la caja, después apuntar el láser en la dirección que indica la gráfica desde el punto señalado con la letra **b**, a continuación, coger un poquito de talco en la mano y soplarlo delicadamente en el interior de la caja. (Es importa la colaboración de los integrantes del equipo de trabajo)

- ❖ Con base en las experiencias realizadas con el láser y los alfileres ¿Qué relaciones o diferencias encuentras en ambas experiencias? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar
- ❖ Con respecto a los ángulos hallados en la experiencia ¿Cómo sería la relacionar matemática entre ellos?, Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar.

❖ Dejando el espejo y el alfiler **b** en la posición colocada anterior mente, observa el alfiler **b** y contesta:

- ¿Qué distancia hay entre el alfiler **b** y el espejo? explicar y graficar
- ¿Qué distancia hay entre el espejo y la imagen del alfiler **b**? ¿de qué manera has definido este valor?, explicar y graficar

Si mueves el alfiler **b** a otra posición frente al espejo contestar:

- ¿Qué tamaño tiene la imagen del alfiler **b**? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste. Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar
- ¿Dónde observas la imagen del alfiler **b**? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste, Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar
- Teniendo en cuenta las experiencias realizadas anterior mente, realizar un gráfico que represente los rayos de luz que intervienen en la formación de la imagen en superficies reflejantes planas (espejo plano), explica y grafica

DIRECCIONANDO LA LUZ (SUPERFICIES REFLEJANTES CURVAS)

PRIMERA EXPERIENCIA

Materiales

- Superficie reflejante cóncava y convexa
- Fuente de luz (laser)
- Hoja milimetrada
- Lápiz
- Regla
- Base de cartón paja
- Caja de cartulina negra
- Talco

Trazar líneas con esfero a la hoja milimetrada como lo muestra la imagen



Luego, armar la caja de cartulina negra, colocar la base, la hoja milimetrada y la superficie reflejante cóncava como lo muestra la imagen



Esparcir (soplar) un poquito de talco de manera cuidadosa en el interior de la caja de cartulina negra.

Colocar el láser como lo muestra la imagen.

Cuando se logre ver un rayo de luz como lo muestra la imagen ese será el rayo de partida el cual será graficado en la hoja milimetrada, después desplazarlo horizontalmente a la misma distancia de la superficie reflejante.



<https://www.youtube.com/watch?v=6E4VIZalcg8>

- Graficar en la hoja diferentes trayectorias del haz del láser que se generan en la superficie
- Al graficar la trayectoria del haz del láser ¿Cómo es la trayectoria del rayo de luz? explicar y graficar
- En la gráfica realizada señala en qué lugar el rayo de luz converge en el mismo punto cuando el láser se mueve horizontalmente.
- En el punto donde se unen o converge los rayos del láser trazar una línea perpendicular a la superficie reflejante desplázalo horizontalmente, ¿Qué sucede con el rayo de luz? explicar y graficar
- En otra hoja milimetrada. colocar el láser delante del punto hallado anteriormente, trazar una línea perpendicular a la superficie reflejante, luego desplaza el láser, ¿qué sucede con el rayo o los rayos de luz?, explicar y graficar
- En otra hoja milimetrada, después colocar el láser delante del punto hallado anterior mente, grafica diferentes trayectorias incluyendo el rayo principal. ¿qué sucede con el rayo o los rayos de luz?, explicar y graficar

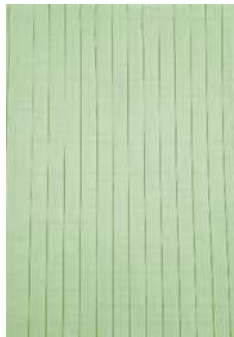
- ¿De qué manera relacionarías la formación de la imagen con las experiencias realizadas?
Graficar y explicar

SEGUNDA EXPERIENCIA

Materiales

- superficie reflejante convexa
- Fuente de luz (laser)
- Hoja milimetrada
- Lápiz
- Regla
- Base de cartón paja
- Caja de cartulina negra
- Talco

Trazar líneas con esfero a la hoja milimetrada como lo muestra la imagen



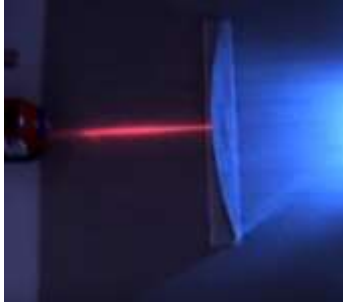
Luego, armar la caja de cartulina negra, colocar la base, la hoja milimetrada y la superficie reflejante convexa como lo muestra la imagen



Esparcir (soplar) un poquito de talco de manera cuidadosa en el interior de la caja de cartulina negra.

Colocar el láser como lo muestra la imagen.

cuando se logre ver un rayo de luz como lo muestra la imagen ese será el rayo de partida el cual será graficado en la hoja milimetrada, después desplazar el láser horizontalmente a la misma distancia de la superficie reflejante



<https://www.youtube.com/watch?v=6E4VIZalcg8>

- Grafica en la hoja milimetrada diferentes trayectorias que genera el láser, incluyendo el rayo de partida.

Teniendo cuenta la experiencia realizada:

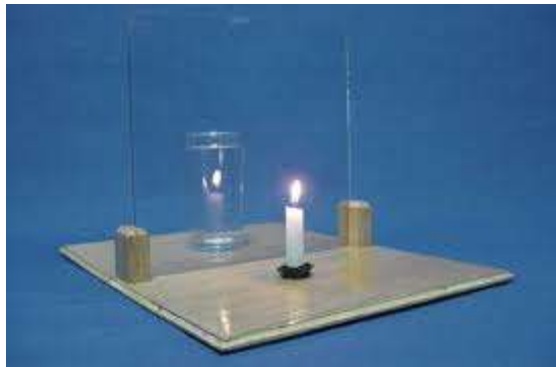
- ¿Qué sucede con los rayos? Explicar y graficar
- ¿En qué lugar del esquema realizado se unirían todos los rayos graficados anterior mente?
- ¿De qué manera relacionarías la formación de la imagen con las experiencias realizadas?
Graficar y explicar

MIRANDO A TRAVÉS DE SUPERFICIES REFLEJANTES PLANAS

Materiales

- vela
- vaso de vidrio
- superficie reflejante (vidrio, acrílico)
- soporte
- regla
- hoja

Colocar una superficie reflejante plana (vidrio, acrílico), a 15 cm de ella colocar una vela y detrás de ella colocar un vaso transparente, como se observa en la imagen.



https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQjNOqi6FrZYgikO1FihfS013Hj9-9_f6xdUKkDsQ2aKb79A1A

- ¿En dónde se ve la imagen generada por la vela?
- ¿Qué distancia hay entre?

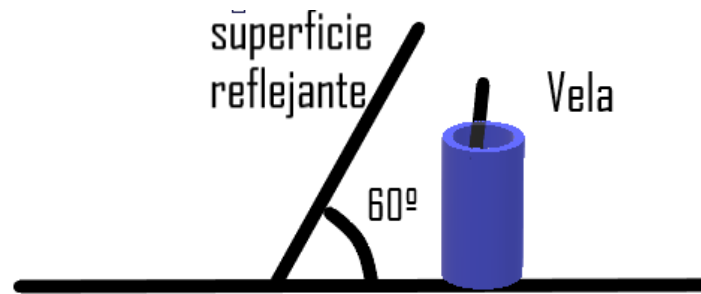
Vela - superficie reflejante	vaso - superficie reflejante

Ahora se utilizarán dos velas del mismo tamaño, con base en la experiencia anterior, cambiar el vaso por una vela, y colocar esta vela de tal manera que se vean del mismo tamaño, Medir la distancia de ambas velas con respecto a la superficie reflejante

- ¿Qué sucede con la distancia de ambas velas con respecto a la superficie reflejante?

Inclinar la superficie reflejante

- Dejar la superficie reflejante y la vela al frente de ella a la misma distancia anterior.
- Inclinar la superficie reflejante 60 grados con respecto a la horizontal.



- Con relación a lo que observas en la superficie reflejante, ¿Qué sucede con la imagen cuando se inclinar la superficie reflejante? (describe detalladamente lo que sucede con la imagen).

¿CÓMO OBSERVAS LA IMAGEN?

- Observar las siguientes imágenes y responder



- ¿Qué diferencia hay entre las superficies mostradas?
- ¿Cómo clasificarías las superficies anteriores?

¿DÓNDE ESTA LA IMAGEN?

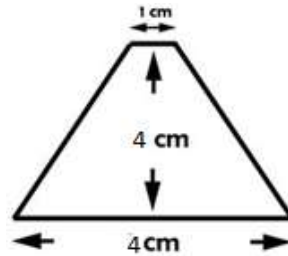
PRIMERA EXPERIENCIA

Materiales

- Papel
- Lápiz
- Regla

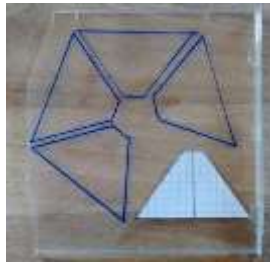
- Superficie reflejante (acrílico, acetato)
- Tijeras
- Cinta
- Silicona

➤ Utilizando un molde como lo indica la imagen



http://www.tonibest.com/cdn/18/2003/363/hologram-template_122103.jpg

➤ Recortar 4 acrílicos y unirlos, hasta formar una pirámide



http://blog.smconectados.com/wp-content/uploads/2015/09/foto_3.jpg

➤ Utilizando el celular se coloca el video, encima de la pantalla ubicar la pirámide.

- ¿Cómo es la imagen que se genera en la pirámide?
- si se cambia el material de la pirámide por espejos ¿cómo sería la imagen generada?
- ¿Qué diferencias hay entre las dos pirámides?
- Teniendo en cuenta las actividades realizadas ¿la imagen que se genera es real o virtual?

SEGUNDA EXPERIENCIA

Materiales

- Dos espejos cóncavos
 - Objeto
- Utilizar dos espejos cóncavos uno completo y otro con una abertura en el centro como se muestra en la imagen, luego se coloca un objeto en el espejo que no tiene la abertura y se tapa con el otro espejo



https://cdn.shopify.com/s/files/1/0114/2682/4250/products/product-image-670843417_300x300.jpg?v=1530567078

- ❖ ¿que se observa cuando se coloca el espejo cóncavo con la abertura?
- ❖ ¿Por qué se puede ver el objeto?

ANEXO 2. IMPLEMENTACIÓN.

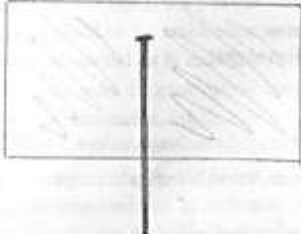
En este anexo se muestra las actividades realizadas de la estrategia de aula por los estudiantes y los análisis realizados de los trabajos

Grupo 1

En este se observa que reconoce la concepción de línea recta, con los dibujos que realizan se observa que tiene en cuenta el observador y que solo ven un solo alfiler, lo que corresponde a la actividad

❖ Al terminar de colocar los alfileres, observar el alfiler f ¿puedes observar el primer alfiler a? explicar y graficar

Si, ya que todos están alineados perfectamente, también al verlos a la misma altura que estos tienen se puede ver este fenómeno plenamente

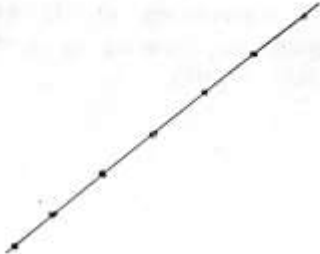


❖ Si ves los objetos debido a la luz que refleja ¿Cómo puede explicar que se pueda ver el primer alfiler y los demás no? explicar y graficar

esto se debe a que la alineación de los alfileres es muy perfecta

❖ Unir los puntos, ¿Qué observa cuando une los puntos? explicar y graficar

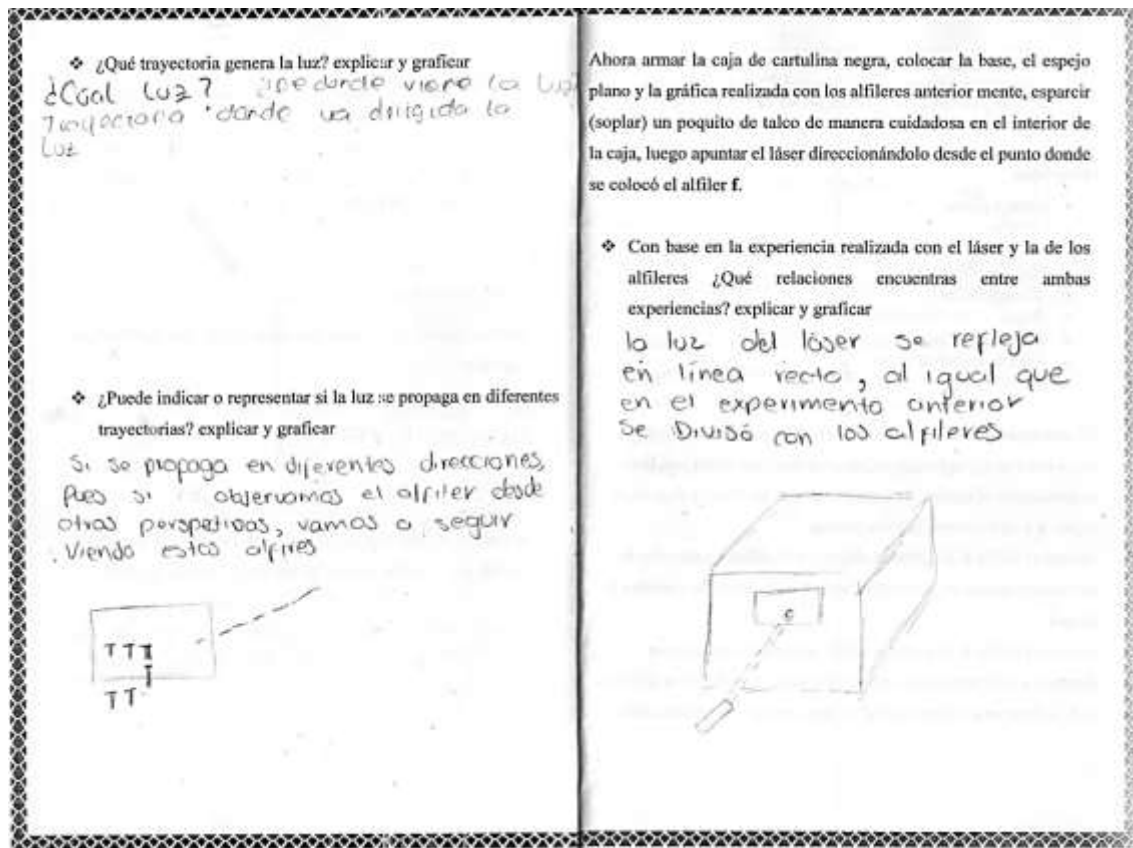
Se forma una línea en diagonal recta



En las siguientes preguntas se observó que las preguntas propuestas no llevaron a una relación con la dirección de la luz y como observa en las preguntas que este grupo generan.

Con la pregunta ¿la luz se propaga en diferentes trayectorias? a esta pregunta los estudiantes lo asemejan con el reflejo de los alfileres.

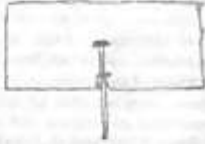
Al relacionar la experiencia con el láser y relacionarla con la actividad de los alfileres, llegan a la conclusión que la luz viaja en línea recta



Grupo 2

Tiene en cuenta al observar y esto se da cuenta en el momento que dibujan lo que observan, tiene concepción de la línea recta

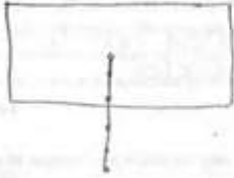
❖ Al terminar de colocar los alfileres, observar el alfiler *f*, ¿puedes observar el primer alfiler *a*? explicar y graficar



Se observan los dos alfileres, el *A* y *F* ya que están perfectamente alineados de tal forma que el primero tapa el resto y el *F* se ve por el reflejo

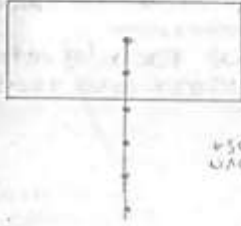
❖ Si ves los objetos debido a la luz que refleja ¿Cómo puede explicar que se pueda ver el primer alfiler y los demás no? explicar y graficar

Al estar completamente alineados así no permito que se vean los demás alfileres



Se genera una línea recta

❖ Unir los puntos, ¿Qué observa cuando une los puntos? explicar y graficar




Se genera una línea recta

Grupo 3

Tiene en cuenta al observador, manejan la concepción de la reflexión

❖ Al terminar de colocar los alfileres, observar el alfiler *f*, ¿puedes observar el primer alfiler *a*? explicar y graficar



No se puede observar el alfiler *A* porque forman una línea perfecta


❖ Si ves los objetos debido a la luz que refleja ¿Cómo puede explicar que se pueda ver el primer alfiler y los demás no? explicar y graficar

Básicamente el alfiler *A* no debería verse pero gracias a el fenómeno de la reflexión se ve el objeto *A*

Reflejo

¿Inquietud: ¿cómo funciona el laser?

❖ Unir los puntos, ¿Qué observa cuando une los puntos? explicar y graficar



Se forma una línea recta

Grupo 4

En este grupo los estudiantes manejan la concepción de la reflexión y de línea recta; a la pregunta de la trayectoria de la luz grafican lo que sucede con la luz cuando solo se puede ver un alfiler, sin embargo, se observa que él tiene en cuenta todos los alfiles por tanto el observador está en una posición que ve todos los alfileres, ya en el momento de graficar los puntos dejados por los alfileres grafican una línea recta.

♦ Al terminar de colocar los alfiles, observar el alfiler f ¿puedes observar el primer alfiler a ? explicar y graficar

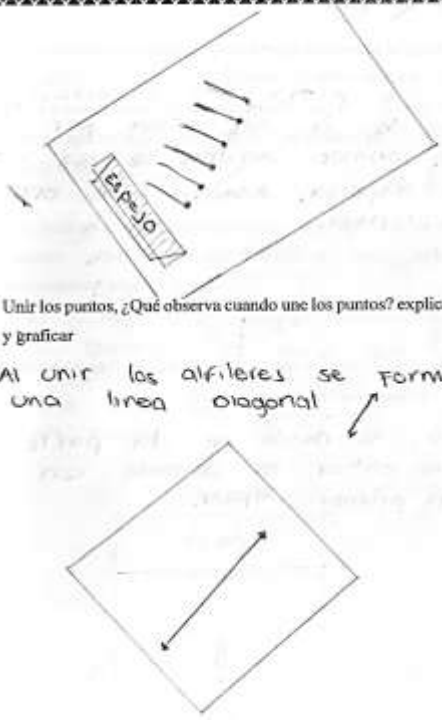
Al ver el último alfiler (f) a través del espejo no se puede visualizar el alfiler (a)

♦ Si ves los objetos debido a la luz que refleja ¿Cómo puede explicar que se pueda ver el primer alfiler y los demás no? explicar y graficar

Esto se da porque están ubicadas sobre la misma perspectiva en el foco de la imagen, están alineadas.


♦ Unir los puntos, ¿Qué observa cuando une los puntos? explicar y graficar

Al unir los alfileres se forma una línea diagonal




❖ ¿Qué trayectoria genera la luz? explicar y graficar

la luz genera una dispersión, cuando la luz pasa por el primer alfiler, la luz se dispersa, además de esto se refleja.



❖ ¿Puede indicar o representar si la luz se propaga en diferentes trayectorias? explicar y graficar

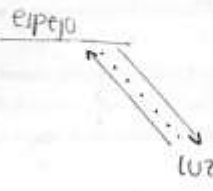
si, se divide en dos partes al entrar en contacto con el primer alfiler.



Ahora armar la caja de cartulina negra, colocar la base, el espejo plano y la gráfica realizada con los alfileres anteriormente, esparcir (soplar) un poquito de talco de manera cuidadosa en el interior de la caja, luego apuntar el láser direccionándolo desde el punto donde se colocó el alfiler f.

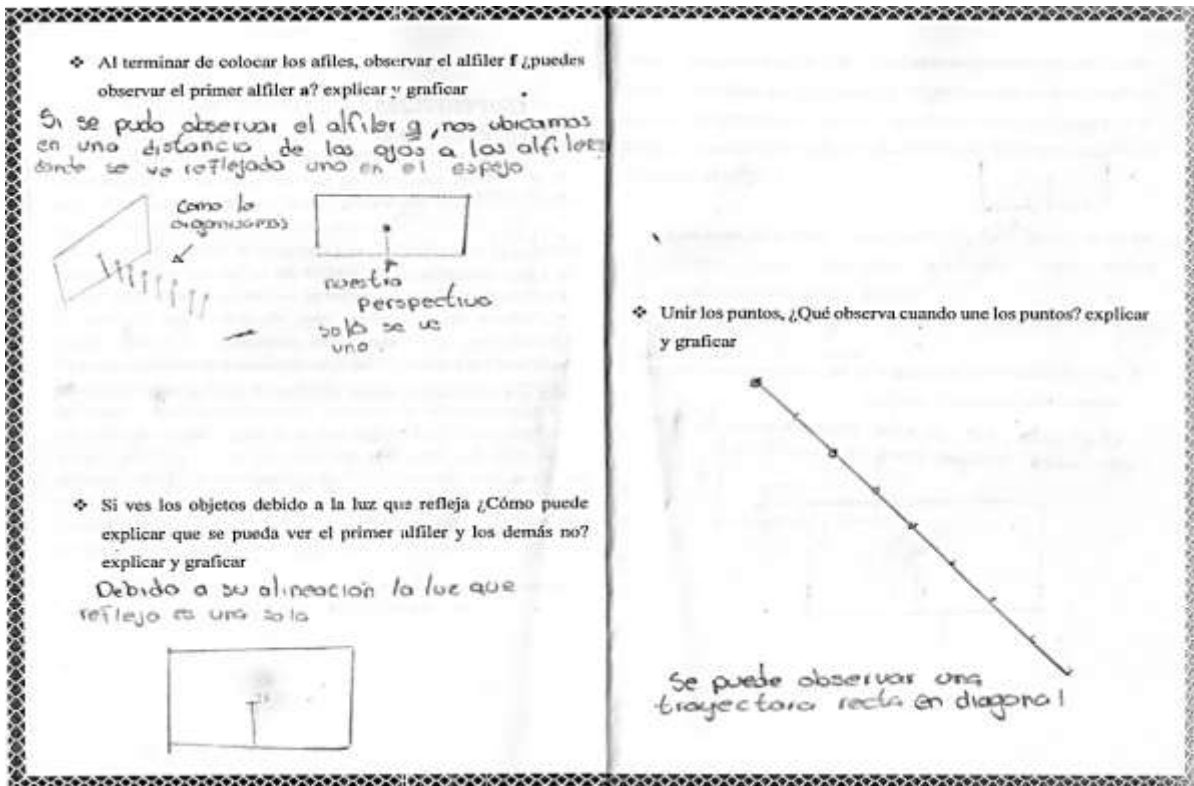
❖ Con base en la experiencia realizada con el láser y la de los alfileres ¿Qué relaciones encuentras entre ambas experiencias? explicar y graficar

en el primer experimento evidenciamos una reflexión al igual que el segundo experimento y ambos se reflejaban en línea recta.



Grupo 5

Este grupo es igual que los demás tiene la concepción de reflexión, tiene en cuenta al observador, y manejan la concepción de línea recta



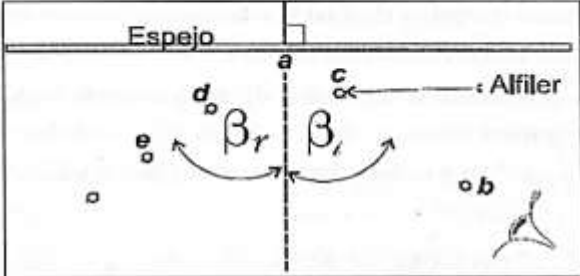
Con respecto a la actividad **Direccionando la luz (superficies reflejantes planas)**, teniendo en cuenta la ley de Snell ($\beta_r = \beta_i$) no se logró terminar por falta de tiempo, por otra parte algunos grupos se les dificultó realizar la experiencia, por: no seguir las instrucciones de la actividad, no hicieron preguntas pertinentes a la experiencia no buscaron soluciones para la realización de la actividad; por otra parte se observó que no interpretaron las preguntas.

Al momento de organizar la experiencia se evidenció que para ellos la perspectiva del tamaño del objeto y la imagen en un espejo plano es diferente, puesto que solo tiene en cuenta al objeto y no la imagen; se ve el desinterés en el análisis de las situaciones propuestas y esto se evidencia en la falta de argumentación de cada experiencia, se les facilita recrear situaciones ya elaboradas, al realizar la experiencia con los alfileres lo recrean con el láser. Un grupo sigue patrones (cuadros de la hoja cuadriculada) para medir la distancia del espejo – objeto y del espejo – imagen.

- A las preguntas generadas en la actividad **Direccionando la luz (superficies reflejantes planas)**, los grupos realizaron las siguientes representaciones:

Grupo 1

En este grupo se les dificulta realizar la actividad puesto que no siguieron las instrucciones y al dialogar con ellos, se di cuenta que, si no se realizaba adecuadamente la primera actividad, esta actividad se realizara con mayor dificultad



BAUTISTA, G. (2018). LA REFLEXIÓN DE LA LUZ EXPERIMENTO NÚMERO 2 [FIGURA],
RECUPERADO DE MÓDULO: OBSERVANDO LA LUZ

Al terminar de colocar los alfileres, quitarlos, unir los puntos dejados por los alfileres y graficar.

❖ Teniendo en cuenta el gráfico realizado y con ayuda de un transportador indica el valor del ángulo β_r y β_i

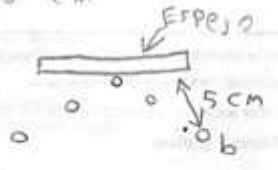
No es claro el proceso
El grado es de 110 grados

En esta actividad se observa que no interpretan las preguntas, que las preguntas las responden sin ninguna reflexión, esto se observa cuando dicen que el tamaño de la imagen en un espejo plano varia cuando se mueve el objeto.

❖ Dejando el espejo y el alfiler **b** en la posición colocada anteriormente, observa el alfiler **b** y contesta:

- ¿Qué distancia hay entre el alfiler **b** y el espejo? explica y grafica

Entre el espejo y el alfiler hay 5 cm



▪ ¿qué distancia hay entre el espejo y la imagen del alfiler **b**? explica y grafica

se repite la pregunta anterior

Si mueves el alfiler **b** a otra posición frente al espejo contestar:

- ❖ ¿Qué tamaño tiene la imagen del alfiler **b**? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste, explica y grafica

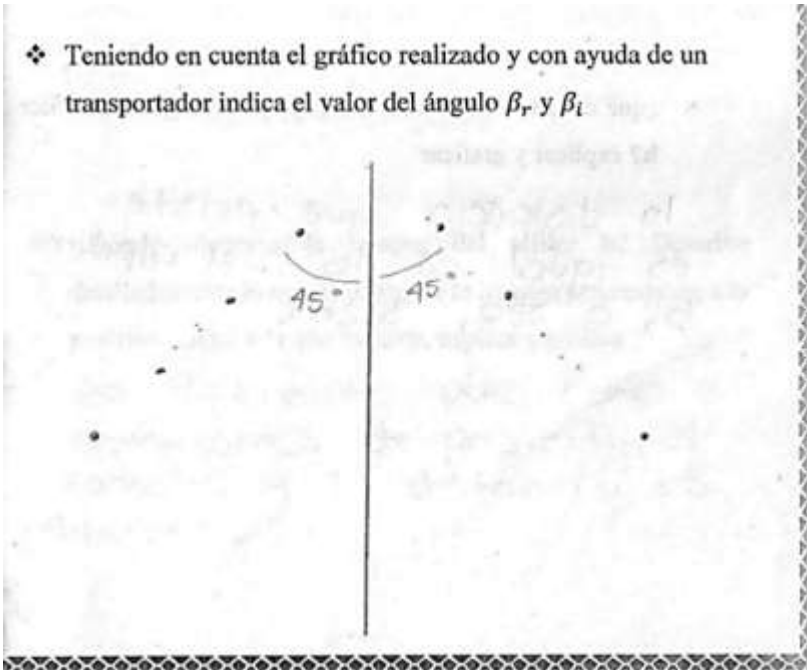
Entre mas cercano esto al alfiler se ve mas grande y entre mas lejos se ve mas pequeño

- ❖ ¿Dónde observas la imagen del alfiler **b**? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste, explica y grafica

se movio hacia el lado izquierdo y adelante

Grupo 1

Este grupo da cuenta de valores iguales en los ángulos de incidencia y ángulo de reflexión cuando colocan los alfileres, sin embargo, cuando mido estos ángulos no corresponden al valor de los ángulos hallados y graficados, se observa que se les dificulta el manejo de instrumentos de medida como el transportador, este grupo no finalizan con la experiencia que es la utilización del laser



Grupo 3

En este grupo se observa que no reconoce los valores y posición un ángulo, e igual que el grupo anterior no manejan instrumentos de medida como el transportador

BAUTISTA, G. (2018). LA REFLEXIÓN DE LA LUZ EXPERIMENTO NÚMERO 2 [FIGURA],
 RECUPERADO DE MÓDULO: OBSERVANDO LA LUZ

Al terminar de colocar los alfileres, quitarlos, unir los puntos dejados por los alfileres y graficar.

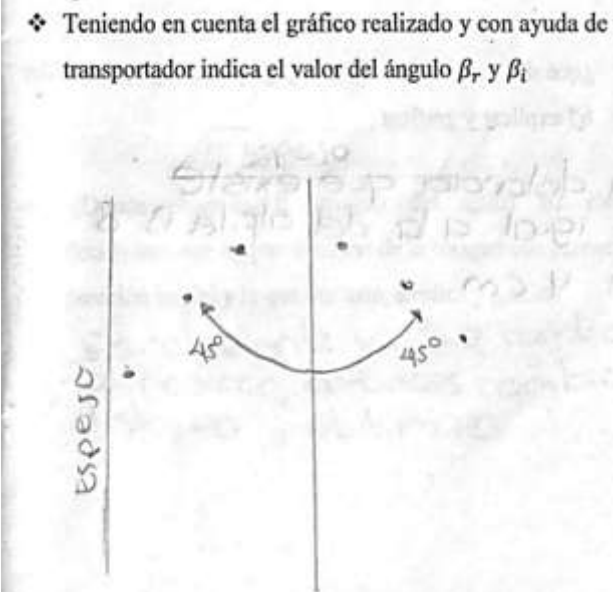
❖ Teniendo en cuenta el gráfico realizado y con ayuda de un transportador indica el valor del ángulo β_r y β_i

El ángulo mide 100°

Grupo 4

En este grupo se observó que se les dificulta el manejo del transportado, sin embargo, no preguntaban con relación de cómo medir.

❖ Teniendo en cuenta el gráfico realizado y con ayuda de un transportador indica el valor del ángulo β_r y β_i



Si mueves el alfiler b a otra posición frente al espejo contestar:

❖ ¿Qué tamaño tiene la imagen del alfiler b? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste, explica y grafica

El alfiler mide 2 cm y entre más cerca el alfiler es más grande, la medida del alfiler es proporcional a la distancia y viceversa

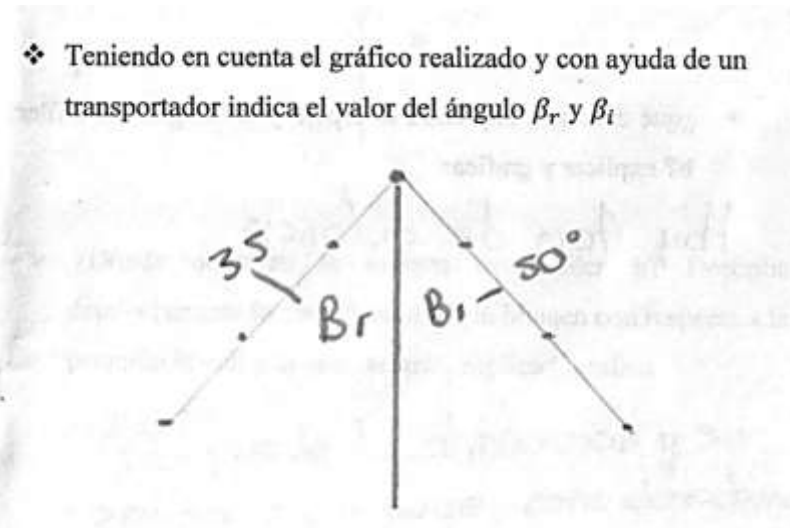
❖ ¿Dónde observas la imagen del alfiler b? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste, explica y grafica

Es diferente ya que cambia la posición, entonces cambia la distancia y el tamaño

Grupo 5

Lo que dibujan es diferente a lo que realizaron con los alfileres, se les dificulta el manejo de instrumentos de medida (transportador).

❖ Teniendo en cuenta el gráfico realizado y con ayuda de un transportador indica el valor del ángulo β_r y β_i



para este grupo cuando se mueve el objeto en un espejo plano el tamaño de la imagen es diferentes, interpreto que ellos no reflexionan acerca de lo que ven y como ven los objetos

❖ Dejando el espejo y el alfiler **b** en la posición colocada anteriormente, observa el alfiler **b** y contesta:

- ¿Qué distancia hay entre el alfiler **b** y el espejo? explica y grafica

Hoy 4cm de distancia del alfiler al espejo

- ¿qué distancia hay entre el espejo y la imagen del alfiler **b**? explica y grafica

Hoy 4cm de distancia

Si mueves el alfiler **b** a otra posición frente al espejo contestar:

- ❖ ¿Qué tamaño tiene la imagen del alfiler **b**? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste, explica y grafica

El tamaño disminuye 2cm



- ❖ ¿Dónde observas la imagen del alfiler **b**? Describe detalladamente lo que observas de la imagen con respecto a la posición inicial y la que variaste, explica y grafica

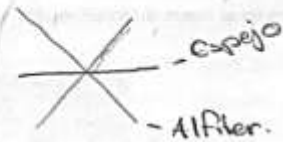
Se pierde la alineación y su tamaño disminuye considerablemente

Ahora armar la caja de cartulina negra, colocar la base, el espejo plano y la gráfica realizada con los alfileres anteriormente, esparcir (soplar) un poquito de talco de manera cuidadosa en el interior de la caja, luego apuntar el láser direccionándolo desde el punto donde se colocó el alfiler **b**.

- ❖ Con base en las experiencias realizadas con el láser y los alfileres ¿Qué relaciones encuentras entre ambas experiencias? explica y grafica

Se refleja una X a partir del punto A

- ❖ Teniendo en cuenta las experiencias realizadas anteriormente, realizar un gráfico que represente los rayos de luz que intervienen en la formación de la imagen en superficies reflejantes planas (espejo plano), explica y grafica



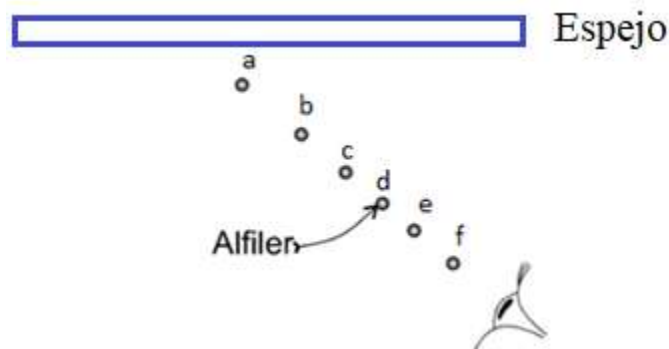
Se tiene la posibilidad de llevar al aula la retroalimentación de la estrategia de aula **ANEXO 1**, teniendo en cuenta que no se logró finalizarla. Se le añade lo siguiente:

En grupo contestar las siguientes preguntas según el punto de vista de cada integrante, escribirlo y si es necesario graficar.

- ❖ ¿La luz tiene alguna dirección? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar
- ❖ ¿Cómo se forma la imagen en superficies reflejantes planas? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar.
- ❖ ¿Cómo se forma la imagen en superficies reflejantes curvas? Es importante que se tenga en cuenta el punto de vista de cada uno, escribirlo y graficar.

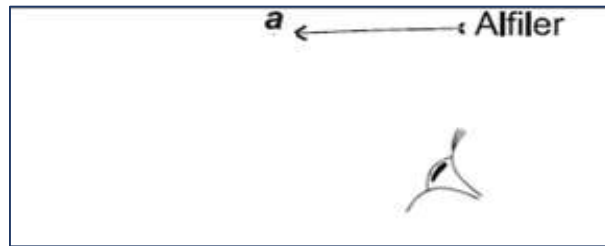
A diferencia de la primera presentación del material¹ en la primera versión observe que los estudiantes solo seguían los gráficos que se encontraban en este material sin reflexionar la intención de lo que se quería hacer, con estas preguntas de introducción en la segunda versión del material¹ se logró captar la intencionalidad y el trabajo de los estudiantes fue más reflexivo y les generó mayor interés

Además de las preguntas, en la primera actividad El camino de la luz del material¹ se le añade las instrucciones paso a paso, puesto que en la primera versión solo se encontraba la siguiente imagen



TRAYECTORIA DE LA LUZ EN UN MEDIO HOMOGÉNEO [FIGURA], RECUPERADO DE MÓDULO: OBSERVANDO LA LUZ (BAUTISTA G. , MÓDULO OBSERVANDO LA LUZ, 2018)

lo que los estudiantes hicieron fue representar esta misma figura tal cual en el foami y los alfileres, esto género que se les dificultara reflexionar y realizar la segunda actividad Direccionando la luz (superficies reflejantes planas), al añadir las instrucciones paso a paso se observó que los estudiantes se les facilito realizar esta segunda actividad y la imagen que se les presenta es la siguiente sin utilizar el espejo, solo tener en cuenta las instrucciones y el observador.



TRAYECTORIA DE LA LUZ EN UN MEDIO HOMOGÉNEO [FIGURA], RECUPERADO DE MÓDULO: OBSERVANDO LA LUZ (BAUTISTA G. , MÓDULO OBSERVANDO LA LUZ, 2018)

Estos cambios al ser llevados al aula, se observa que para los estudiantes es más claro la intencionalidad de la estrategia de aula, además el estudiante presenta una actitud activa y atenta frente a las actividades propuesta, las instrucciones son claras y permiten llevar una mejor secuencia de las actividades.

con respecto a las preguntas iniciales de esta estrategia de aula, se observa que:

Grupo 1: trayectoria de la luz se debe a los instrumentos ópticos (lentes convergentes y divergentes); con respecto a la formación de imágenes en superficies reflejantes planas y curvas, manejan el concepto de reflexión, el aumento o disminución de la imagen en los espejos curvos lo relacionan con la curvatura, colocan como ejemplo una lupa, hacen relación entre lentes y espejos

Grupo 2: La luz no tiene trayectoria; con respecto a la formación de imágenes en superficies reflejantes planas y curvas, la imagen en un espejo plano es pequeña, en las superficies reflejantes curvas la imagen se distorsiona, por otro lado, relaciona la lente con el espejo

Grupo 3: Relaciona la trayectoria de la luz con el láser; con respecto a la formación de imágenes en superficies reflejantes planas y curvas, manejan el concepto de reflexión, diferencia la forma de los espejos, sin embargo, no es clara la forma de la imagen

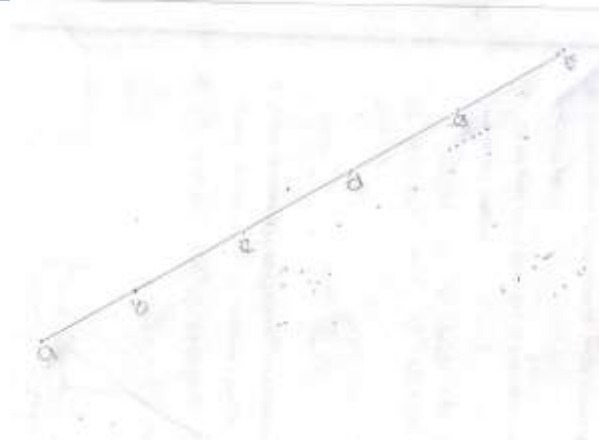
Grupo 4: No tienen claro sobre la dirección o trayectoria de la luz; con respecto a la formación de imágenes en superficies reflejantes planas y curvas, manejan el concepto de reflexión y la diferencia del tamaño de la imagen en estos espejos

Grupo 5: Para ello la luz natural (sol) no tienen dirección en cambio la luz artificial (linterna) si se puede direccional la luz, para ellos la luz es diferente dependiendo el medio que la genera; con respecto a la formación de imágenes en superficies reflejantes planas y curvas, manejan el concepto de reflexión y la diferencia del tamaño de la imagen en estos espejos

Grupo 6: Relaciona la luz con la sombra, cuando iluminan un lugar se va a ver más luminoso un lado que otro; con respecto a la formación de imágenes en superficies reflejantes planas y curvas, tiene en cuenta la reflexión, sin embargo, no tiene claro como es la formación de la imagen en estas superficies

En la realización con la actividad “**el camino de la luz**” los grupos logran realizarla adecuadamente al seguir las instrucciones, al finalizar y comparar entre lo realizado con los alfileres y el láser, observan que la luz viaja en línea recta, sin embargo, se observó que esta concepción de la trayectoria de la luz no es fácil de llevar al aula de clase.

Alfileres



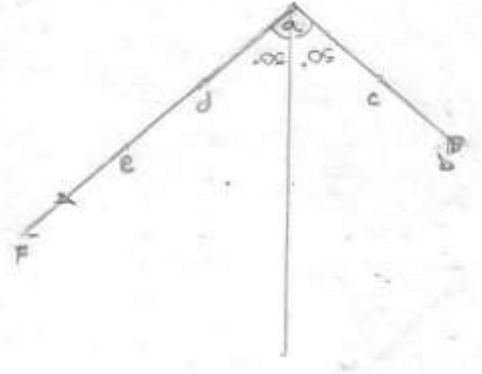
Grafica realizada con ayuda de los alfileres y el láser



En la segunda actividad **direccionando la luz (superficies planas)**, se les dificulta el manejo de instrumentos de medida (transportador) sin embargo, al momento de medir los ángulos los estudiantes

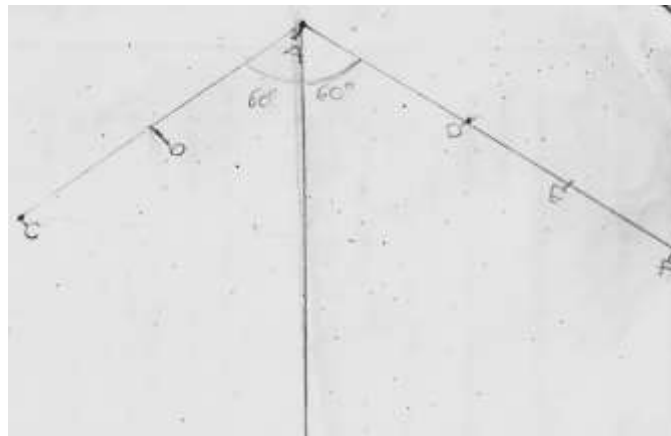
preguntan cómo medirlos, se resalta que estas actividades sirven para interrelacionar otras áreas de estudio, en este caso la geometría.

Actividad realizada con los alfileres



Ángulos: izquierda de la imagen 50 y derecha de la imagen 47

Otro grupo



Relación entre la actividad con los alfileres y el laser



Al indicarles el tamaño de imagen en un espejo plano, al mover el alfiler, indican que la imagen cambia de tamaño, lo que indica que solo se basan en la perspectiva del observador, sin comprobar lo que observan

En el segundo aspecto, la construcción del material llevado al aula, este material se comienza a construir en base de la pregunta ¿De qué manera llevar al aula de clase la formación de imágenes en hologramas caseros?, esto se llevó bastante tiempo para reflexionar, puesto que se comenzó a pensar el punto de partida para elaborar el material para llevar al aula, por tanto para la elaboración y mayor comprensión del tema sobre la formación de la imagen fue de gran aporte el seminario de óptica de la universidad Pedagógica Nacional, este seminario fue base para iniciar la elaboración del materia, por la concepción de la luz puesto que en la formación de la imagen es necesario tener presente que la luz es un rayo y su trayectoria es en línea recta, después se cuestiona que más se necesita para el análisis de la formación de la imagen se debe tener en cuenta el fenómeno de la reflexión de la luz en superficies reflejantes planas teniendo en cuenta que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión cumpliendo con la ley de Snell ($\beta_r = \beta_i$) y curvas, por otra parte se necesita la óptica geométrica en elementos ópticos como son las superficies reflejantes planas (espejo, vidrio y acrílico) y curvas (espejo) y por último la clasificación de las imágenes, puesto que hay imagen virtual y real.

El tercer aspecto, la importancia del maestro de física no como trasmisor de conocimiento sino como sujeto activo que interviene como mediador entre el estudiante y el trabajo que realiza el estudiante en el aula, *teniendo en cuenta que aprender es más que memorizar* (Arguelles Pabón & Nagles Garcia, 2006), según Ausubel con el aprendizaje significativo, al ir al aula de clase se observó que el maestro debe ser parte activo, por tanto se requiere que él genere condiciones propicias para que el alumno afiance lo que sabe y genere nuevas reflexiones alrededor del tema o una situación que el docente lleva al aula, más aun el maestro requiere vincular y relacionar temas, contenidos, necesidades, intereses, experiencias y vivencias del estudiante, generando así que los estudiante sean autodidactas, que logren la búsqueda de soluciones de manera creativa, utilizando las destrezas y habilidades en las situaciones presentes, generando que el alumno disfrute de lo que aprende, por otra parte crear espacios para el dialogo entre los estudiantes, lo cual les ayudara a externalizar lo que están reflexionando fomentando así la comunicación y respeto por el otro,

adicionalmente generar estrategias de tal manera que la nueva información adquiriera significado por la interacción con conceptos previos, los cuales *reflejan mayor jerarquía o generalización a través de un proceso deductivo* (Arguelles Pabón & Nagles Garcia, 2006).

La utilización de distintos materiales de trabajo llevados al aula se incentiva el cuestionarse; el generar preguntas, que son instrumento de percepción para pensar y reflexionar, esto se genera gracias al dialogo con el otro, y así *el individuo aprende a generar nuevas perspectivas de ver lo que le rodea, fortaleciendo el criterio propio y a su vez a desaprender* (Arguelles Pabón & Nagles Garcia, 2006), al llevar la estrategia de aula (**anexo1**) al salón de clase se observó la gran importancia del maestro en el área de física, más aun cuando se lleva la física por medio de situaciones problema, incentivando la reflexión. Al construir la estrategia de aula (anexo1) se generó la siguiente pregunta ¿de qué manera llevar el tema a trabajar al aula?

Al llevar al salón de clase la estrategia de aula (**anexo1**) se evidencio que la física da apertura a fomentar la reflexión y no simple paso de información, el estudiante se incentivó a: la reflexión; la toma de decisiones en la solución de situaciones problemas propuestos en la estrategia de aula; la creatividad para organizar las actividades; encontrar una relación de lo que sabe , lo que aprende con la vida cotidiana; que el estudiante le dé sentido a lo que aprende, no solo memorizar, sino que sea significativo lo que interpreta y reflexione en lo que aprende.

Por último, teniendo en cuenta que la estrategia de aula no se implementó con totalidad por falta de tiempo, las partes que se implementaron de este material fueron dos: **el camino de la luz (superficies reflejantes planas)** y **direccionando la luz (superficies reflejantes planas)**, estas dos partes del material realizados en el aula dieron perspectivas para realizarles modificaciones adecuadas para mayor comprensión de las actividades, por tanto, los cambios pertinentes para el material “**LO QUE NO SE VE EN LA FORMACION DE LA IMAGEN**” sean oportunos y respondan a lo que se observó en el salón de clase y los interrogantes que se generaron cuando se coló en tela de juicio la estrategia de aula ante los estudiantes, puesto que la primera versión del material la primera actividad “**el camino de la luz (superficies reflejantes planas)**”, se cambiara

el nombre **El camino de la luz (superficies reflejantes planas)** por **El camino de la luz**, por otra parte, no se especificaba paso a paso lo que los estudiantes debían realizar y lo que hicieron fue moldear un gráfico propuesta en esta actividad, en otras condiciones (foami y alfileres) sin generar reflexiones de lo que se estaba haciendo o qué sentido tenía realizar la actividad, por tanto las modificaciones a esta actividad es escribir las indicaciones paso a paso y resaltar el trabajo en equipo y que se debe leer las instrucciones antes de realizar la actividad; en la segunda actividad **direccionando la luz (superficies reflejantes planas)** aunque estaban las instrucciones se añadió y resaltó: **trabajo en equipo y leer las instrucciones antes de iniciar la actividad.**