

EL ESTUDIO DE LA LUZ: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES
DE GRADO DÉCIMO DEL IPN CON ENFASIS EN ARTES

POR:

ÁNGELA CRISTINA ARÉVALO PANCHE

LINEA DE PROFUNDIZACIÓN: APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS: ENFOQUES
DIDÁCTICOS

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FISICA
BOGOTA D.C

2013

EL ESTUDIO DE LA LUZ: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES
DE GRADO DÉCIMO DEL IPN CON ENFASIS EN ARTES

Trabajo de grado para obtener el título:
Licenciada en física.

Por:
Ángela Cristina Arévalo Panche

Asesores:
Maestro: Germán Bautista
Maestra: Diana Carolina Castro

LINEA DE PROFUNDIZACIÓN: APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS: ENFOQUES
DIDÁCTICOS

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FISICA
BOGOTA D.C
2013

DEDICATORIA

Le dedico cada uno de mis logros a Camila, quien ha sido el impulso y el único motivo para luchar. Gracias por llegar a mi vida, realmente te necesitaba y ahora tú me necesitas.

AGRADECIMIENTOS

Esto empezó como el sueño de una niña de diez años que visitó la Universidad Pedagógica Nacional y siempre quiso ser maestra, motivada por miembros de su familia que también son maestros y los maestros que dejaron esa inquietud desde su infancia, demostrando lo más bello de esta labor. Nunca desistió de este sueño y en el año 2013 lo cumplió.

Detrás de este logro, hay muchas personas que hicieron esto posible. Para comenzar, agradezco a mi mamá: Nubia, porque a pesar de las dificultades estuvo presente como sólo una madre lo puede hacer.

A mi tío José, quien tomó la iniciativa de apoyarme y creyó en mí hasta el final.

A mis asesores: La maestra Diana Castro, quien me hizo ver que trabajando con esfuerzo se obtiene lo que se quiere y que además me mostró su nobleza y me apoyó para seguir adelante con esta investigación.

Al maestro German Bautista, quien me hizo poner los pies en la tierra, me enseñó y me hizo reflexionar sobre el sentido de ser maestra.

A la maestra Rusby Malagón quien es un ejemplo y motivación para cambiar el mundo desde las aulas y cada una de sus enseñanzas deja no solo una reflexión sino ganas de mejorar nuestra labor docente.

A David, quien vivió conmigo esta lucha constante, siempre me dio su apoyo y ha demostrado que es un excelente padre.

A mis hermanos, especialmente a Pepe y a Jenny quienes aceptaron cada una de mis decisiones y me apoyaron en momentos muy difíciles, los llevo en el corazón.

Al maestro Victor Caro, sin él esto no sería posible. Me enseñó que la práctica docente es fundamental si se quiere llegar a ser buen maestro, que debemos cumplir con lo que nos comprometemos y de esta manera lograr nuestros objetivos.

A mis compañeros, con los que empecé y los que terminé. Especialmente a: Pacho, Nahason, Willy, Adriana, Carolina, Paola, Laura C., Edson, Jhon Wilson, Andrey, Alejandro G y Jose. Ellos estuvieron presentes en diferentes etapas de mi carrera, me acompañaron, me llenaron de risas, me escucharon y hasta me vieron llorar.

A algunos familiares, a algunos primos, a mi tía Celmira, a mi abuelita Chela, a mi abuelito Bernardo, a la familia Panche, la familia Salgado y la familia Ballén.

A mi padre, porque es mi padre a pesar de todo.

A la Escuela Maternal de la UPN, fue y sigue siendo un apoyo para continuar en mis procesos de formación y un espacio que me llena tranquilidad al saber que mi hija se siente feliz con cada acción pedagógica que se realiza en ésta. A sus maestras: Nubia García, Sandra Pineda y Sandra Niño quienes han estado involucradas en el proceso de formación de mi hija y me han dejado reflexiones como maestra y como madre.


A los maestros que me formaron a lo largo de mi carrera y fueron un ejemplo a seguir. Al maestro Diego Julián por acompañarme en el inicio de esta investigación, a los maestros: Tufik Zambrano, Isabel Garzón, Néstor Méndez, Mauricio Roso, Juan Carlos Bustos, Nidia Tuay, Carlos Mario Montes, María Mercedes Ayala y Francisco Malagón. Cada uno de ellos no solamente me formó en esta disciplina, también me motivaron a continuar, a ver desde muchos puntos de vista el ser maestro, a reflexionar constantemente en cada acción de mi vida.

A los estudiantes del IPN, especialmente a los grados énfasis en arte. No solo demostraron respeto hacia mí, también sé que dejé enseñanzas en algunos. Los estudiantes son el motivo de los maestros, son los directamente involucrados en el proceso de formación de éstos.

Al IPN, a algunos de sus colaboradores, al maestro César y a Leyda.

Sin todos ellos no sería lo que soy. Gracias a ellos he culminado este proyecto de vida.


Ángela

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Edici3n 2011</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 135	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	El estudio de la luz: una propuesta didáctica para los estudiantes de grado décimo del IPN con énfasis en artes
Autor(es)	Arévalo Panche, Ángela Cristina
Director	Germán Bautista –Diana Castro
Publicación	Bogotá Universidad Pedagógica Nacional, 2013, 50 páginas
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Luz, Óptica Geométrica, reflexión, refracción, arte, pregunta, experimento, analogía


2. Descripción
<p>La presente propuesta investigativa tuvo como propósito realizar un estudio a partir del diseño y aplicación de una estrategia didáctica, que permitiera identificar aquellos aspectos implicados en la forma en la que los estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional IPN se aproximan al estudio de los fenómenos relacionados con la propagación de la luz. El estudio se desarrolla a partir de una reflexión realizada sobre la práctica pedagógica y las comprensiones alcanzadas en relación al proceso de enseñanza aprendizaje de la física. De este modo se diseña y aplica una estrategia didáctica centrada en el estudio de la Óptica Geométrica considerando que a través de esta los estudiantes puedan establecer una relación con el arte. La implementación de la estrategia no cumplió con el logro del objetivo general, ya que hubo dificultades, principalmente en el ambiente de aprendizaje y consideraciones de la estrategia. Sin embargo se reconocieron algunos aspectos que permitieron a la maestra en formación reflexionar sobre la manera como los estudiantes se aproximan al estudio de la propagación de la luz, teniendo en cuenta el proceso histórico en que permitió explicar dichos fenómenos.</p>

3. Fuentes
<p>Neto, A. & Valente, M. (2001). Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de Física: una propuesta para su superación de raíz Vygotskiana. <i>Enseñanza de las Ciencias</i>, 19 (1), pp21-30.</p> <p>Álvarez, G. L., & Siqueiros Beltrones, J. (2005). ¿Qué es la luz?: Historia de las teorías sobre la naturaleza de la luz. <i>Revista universitaria - UABC</i>, 30-39.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Educación en Profundidad</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 135	

- Cetto, A. (1999). *La luz.*(Segunda edición ed.). México: Fondo de cultura económica.
- Gamow, G. (1971). *Biografía de la física.* Ubicación: Salvat editores S.A, Alianza Editorial S.A.
- Marín Ovalle, E. (1990) *Origen y evolución de los conceptos fundamentales de la óptica.* Monografía UPN Colombia.
- Páez Durán, A. (1991) *La óptica geométrica como una aproximación al desarrollo histórico para noveno grado.* Monografía UPN Colombia.
- Iparraguirre, L. M., (2007). Una propuesta de utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza de un tema de física. *Enseñanza de las ciencias*, Volumen 25 (3), pp 423-434.
- Dampier, W.C. (1972) *Historia de la Ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión.* Madrid: Ed. Tecnos.
- Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, volumen 23(2), pp 157-181.
- Golombek, D. A., (2008). *Aprender y enseñar ciencias, del laboratorio al aula y viceversa.* Buenos Aires:Fundación Santillana.
- Dr. Paul, R. & Dr. Elder, L. (2002) *Un bolsilibro sobre El Arte de Formular Preguntas Esenciales.* Ubicación: FoundationforCriticalThinking
- Gadamer, H.G. (1992) *Verdad y Método: fundamentos de una hermenéutica filosófica.* Salamanca: Sígueme.
- Zuleta, O. (2005). La pedagogía de la pregunta. Una contribución para el aprendizaje. *Educere*, Volumen 9(28),pp 115-119.

4. Contenidos

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Elaboración de Pedagogos</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 7 de 135	

El documento se estructura en cuatro capítulos los cuales se encuentran organizados de la siguiente manera:

En el Capítulo I denominado planteamiento del problema, se realiza una descripción de la problemática encontrada y las razones por las cuales se considera viable el desarrollo de la investigación. Además los trabajos que son antecedentes a nivel local.

En el Capítulo II, Marco Teórico, se plasman las comprensiones alcanzadas por el investigador en cuanto a la óptica geométrica. Se realiza una reconstrucción histórica sobre ideas relacionadas con la luz y la visión, así como, como las explicaciones de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. En términos pedagógicos se consideran las reflexiones sobre que es conocer, las implicaciones de la pregunta, la analogía y el experimento en el aprendizaje de las ciencias.

El capítulo III se describe el tipo de investigación, la caracterización de la población objeto de estudio y la descripción de la estrategia diseñada.

El capítulo IV contiene el análisis de los resultados de la implementación de la estrategia didáctica donde se evidencian los alcances, fortalezas y debilidades del proceso. Finalmente se presentan las conclusiones a las que se llega con el ejercicio investigativo.

5. Metodología


El presente trabajo se sustenta a partir de la Investigación Acción-Pedagógica. Una estrategia de investigación que se caracteriza por incorporar una dimensión práctica y transformadora de los diferentes contextos después de un proceso de observación y reconocimiento de la realidad. En esta investigación se crean actividades que posibilitan el cambio de una situación particular en una comunidad educativa. Cada acción realizada en el aula estuvo bajo constante reflexión con el fin de orientar cada momento al alcance del objetivo general. En consecuencia, se realizó un análisis de los resultados prácticos, las acciones, comportamiento y actitudes de los estudiantes, en general del contexto educativo con el fin de mejorar las estrategias que se implementaron.

6. Conclusiones

La pregunta que originó la presente investigación ¿Cómo aproximar a los estudiantes de décimo grado del Instituto Pedagógico Nacional con énfasis en artes a los conceptos relacionados con la propagación de la luz?, permitió diseñar una estrategia basada en elementos pedagógicos, disciplinares y didácticos, la cual se organizó a través de un conjunto de actividades que guiaban el proceso de aprendizaje de los estudiantes y posibilitaba la comprensión de aspectos relacionados con el fenómeno de la luz, entre ellos la propagación rectilínea, la reflexión y la refracción de la luz, para dar respuesta a la pregunta ¿Cómo podemos ver?

El realizar un estudio sobre la manera cómo han evolucionado algunos conceptos sobre la luz, permite conocer las dificultades que se han presentado en la formulación de las diferentes teorías y seguir la manera como estos cambian de acuerdo a los contextos y a la época. Teniendo en cuenta la reconstrucción histórica se puede afirmar que en ocasiones es complejo el explicar aspectos que son obvios, como en nuestro caso, los elementos necesarios para ver (el ojo, la luz y el objeto) y las relaciones que se dan dentro de ellos.

Los temas propios de la óptica geométrica se encuentran estrechamente relacionados con la cotidianidad de los sujetos, por lo tanto, la explicación de los fenómenos tiene mayor sentido para las personas que los

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Dependencia del Poder Judicial</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 8 de 135	

estudian. El realizar las diferentes demostraciones de las leyes, permite profundizar y comprender mejor el lenguaje matemático que emplea la física para modelar determinadas situaciones.

Se considera que una de las herramientas que posibilitado la construcción de conocimiento es la pregunta. El generar ambientes de aprendizaje, basados en cuestionamientos desencadenantes permite una mejor comprensión del mundo. La elaboración de preguntas requiere de una reflexión profunda en la que se logre identificar los elementos necesarios para despertar el interés de los estudiantes y se alcance los objetivos propuestos.

La creación de estrategias didácticas permite abordar los conceptos de la física de una manera diferente en el aula, haciendo uso de diferentes herramientas como experiencias sencillas, la pregunta, la analogía, se logra vincular las experiencias previas de los estudiantes con las teorías formuladas a través de la historia.


La estrategia didáctica implementada no cumplió con la mayoría de los objetivos propuestos; sin embargo, es pertinente analizar los diferentes factores que afectan el buen desarrollo de las actividades en las aulas de clases, entre ellas tenemos: La falta de interés de los estudiantes por el estudio de las ciencias naturales, en particular de la física, ya que en la sociedad se ha creado la imagen que esta disciplina se basa solo en el desarrollo de procesos matemáticos, sumado a esto en el grupo que se realizó la implementación, tiene otros intereses particulares como es el estudio del arte.

La estrategia didáctica fue puesta en marcha en una etapa del año escolar en la cual la comunidad educativa se encontraba en cierre de notas. La actitud de los estudiantes fue desinteresada, pues estaban preocupados por sus calificaciones ya que había culminado la etapa de evaluaciones. Se considera que este aspecto determinó fundamentalmente el desarrollo de la estrategia. Por lo tanto se deben garantizar ambientes de aprendizaje en los que se dé prioridad a la construcción de conocimiento más que a la evaluación de los procesos.

Para el diseño de la presente estrategia se formularon en su momento un conjunto de preguntas que se consideraban las indicadas para llevar al aula, sin embargo, en la fase de ejecución, al realizarlas a los estudiantes se hizo evidente que no estaban indagando con precisión sobre lo que se deseaba saber. Esta situación permite afirmar que es difícil preguntar por eventos del mundo del físico que hacen parte de la vida cotidiana de los estudiantes y que parecen obvios.

Para lograr que el experimento o el montaje de experiencias sencillas tenga trascendencia en los procesos de aprendizaje de las ciencias se requiere de igual manera precisión. Para el caso de la cámara oscura, se debe contar con elementos que permitan ver con claridad las imágenes y posibilite la explicación del fenómeno.

El relacionar las diferentes áreas del conocimiento en la solución de una problemática resulta siendo una tarea compleja, en esta oportunidad se deseaba recurrir a la relación de la física con el arte, para el estudio de la luz. A pesar que la estrategia didáctica se diseñó teniendo en cuenta la pintura, la caja oscura, como principio de la fotografía, se pudo observar que se requiere reflexionar un poco más sobre estos procesos, para que realmente se de un desarrollo interdisciplinar de las áreas en las aulas de clase.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>— Educación de Calidad —</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 9 de 135	

Elaborado por:	Arévalo Panche, Ángela Cristina
Revisado por:	Germán Bautista –Diana Castro

Fecha de elaboración del Resumen:	14	05	2013
------------------------------------------	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Pregunta Problema.....	6
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General:	6
1.3.2 Objetivos específicos.....	6
1.4 Justificación	7
1.5 Antecedentes	9
CAPITULO II.....	10
MARCO TEORICO.....	10
2.1 MARCO DISCIPLINAR.....	10
2.1.1 Un poco de historia.....	11
2.1.1.1 Los griegos.....	11
2.1.1.2 La Escuela Alejandrina.....	11
2.1.1.3 La edad Media	12
2.1.1.4 El renacimiento.....	13
2.1.1.5 Una nueva mirada: La naturaleza de la luz	14
2.1.2 Óptica Geométrica	18
2.1.2.1 Rayo de luz.....	19
2.1.2.2 Reflexión de la luz.....	20
2.1.2.2.1 Formación de una imagen en un espejo plano	21
2.1.2.2.1.1 La imagen como fuente de luz	21
2.1.2.2.1.2 El observador	22
2.1.2.2.2 ¿Por qué la luz se propaga en línea recta? Principio de Fermat en el caso de la reflexión de la luz.....	23
2.1.2.2.2.1 Demostración de la ley de reflexión a partir del principio de Fermat	24
2.1.2.3 Refracción de la luz	25
2.1.2.3.1 Principio de Fermat en la refracción de la luz.....	27

2.2 MARCO PEDAGÓGICO	28
2.2.1. ¿Qué es conocer?	29
2.2.2 El experimento en la enseñanza de las ciencias	30
2.2.3 La pregunta en la construcción de conocimiento	31
2.2.4 La analogía como una herramienta de enseñanza de las ciencias	33
METODOLOGÍA	34
3.1. Tipo de investigación	34
3.2. Descripción de la población	35
3.3. Descripción de la estrategia	36
CAPITULO IV	42
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
CONCLUSIONES	47
ANEXOS	52

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación nace de la práctica pedagógica que se realiza con estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional IPN. La pregunta que moviliza la investigación fue ¿Cómo aproximar a los estudiantes de décimo grado con énfasis en artes a los conceptos relacionados con la propagación de la luz? Para dar respuesta a este interrogante se planteó el diseño e implementación de una estrategia didáctica que promoviera el aprendizaje de los conceptos relacionados con la propagación de la luz en los estudiantes de décimo grado con énfasis en artes. Durante el desarrollo de la propuesta se logró evidenciar algunas fortalezas y debilidades de los procesos de aprendizaje que llevan los jóvenes de esta institución.

El documento se estructura en cuatro capítulos los cuales se encuentran organizados de la siguiente manera:

En el Capítulo I denominado planteamiento del problema, se realiza una descripción de la problemática encontrada y las razones por las cuales se considera viable el desarrollo de la investigación. Además los trabajos que son antecedentes a nivel local.

En el Capítulo II, Marco Teórico, se plasman las comprensiones alcanzadas por el investigador en cuanto a la óptica geométrica. Se realiza una reconstrucción histórica sobre ideas relacionadas con la luz y la visión, así como, como las explicaciones de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. En términos pedagógicos se consideran las reflexiones sobre que es conocer, las implicaciones de la pregunta, la analogía y el experimento en el aprendizaje de las ciencias.

El capítulo III se describe el tipo de investigación, la caracterización de la población objeto de estudio y la descripción de la estrategia diseñada.

El capítulo IV contiene el análisis de los resultados de la implementación de la estrategia didáctica donde se evidencian los alcances, fortalezas y debilidades del proceso. Finalmente se presentan las conclusiones a las que se llega con el ejercicio investigativo.

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El Instituto Pedagógico Nacional IPN es el centro de investigación y práctica docente de la Universidad Pedagógica Nacional UPN, donde los maestros en formación inicial tienen la primera aproximación a la realidad de los contextos educativos. Esta institución encamina sus esfuerzos para que los estudiantes de la comunidad tengan una educación integral; basada en el desarrollo científico, social, democrático, físico, estético, como se enuncia en el Proyecto Educativo Institucional PEI:

“El Instituto Pedagógico Nacional es una escuela para el desarrollo de la racionalidad y el espíritu científico. La socialización, la autonomía, la libertad y la democracia serán irrealizables si simultáneamente no se va generando en la institución un progresivo desarrollo de una cultura de la argumentación, del rigor de la lógica, de la sustentación discursiva de cada planeamiento, de cada propuesta, de cada acción que se realice. Una escuela para el desarrollo de lo físico y de lo estético. Lo físico y lo estético son elementos importantes en la educación, porque contribuyen de un modo positivo al desarrollo armonioso de la personalidad y a la orientación de la vida afectiva. El arte y la música, que permiten una síntesis armoniosa de lo intelectual y de lo manual, se convierten en un poderoso medio de integración personal y social. La actividad creadora hace del joven un verdadero artista capaz de expresarse libremente.” (PEI IPN)

Atendiendo estos principios, uno de los propósitos de esta institución es orientar a los estudiantes para que identifiquen su inclinación vocacional; de esta manera en los últimos niveles educativos, los estudiantes se dividen en cuatro grupos que tienen como énfasis las áreas de sociales, de arte, de matemáticas y de ciencias naturales. En la malla curricular se incorporan nuevas asignaturas teniendo en cuenta el respectivo énfasis. Por ejemplo, para el grupo que tiene énfasis en artes se ofertan asignaturas como contextos artísticos y estéticos, para el énfasis en matemáticas Tópicos de pre-cálculo y Tópicos de cálculo, para el énfasis en Sociales Ciencias políticas y Económicas y para el Énfasis en Ciencias Naturales Biotecnología. Además de las asignaturas que se tienen que tomar de acuerdo con la normatividad nacional como se evidencia en la organización del plan de estudios, en cada grupo se abordan las temáticas relacionadas con su principal objeto de estudio.

Durante los espacios de investigación y práctica docente realizada a partir del segundo semestre del año 2010 hasta el primer semestre del año 2012, se hizo un proceso de observación e interacción con los estudiantes del IPN en los grados décimo y undécimo. En este periodo se pudo conocer el trabajo

realizado por estudiantes de las cuatro modalidades, de lo cual se puede concluir que en los grados con énfasis en arte se presentan grandes dificultades en la aproximación a los conceptos propios de la física.

En este grupo se notó una actitud desinteresada por parte de los estudiantes en la clase de física, es poca la atención que prestan a las explicaciones que realiza el profesor en clase; es de notar, que ellos no fomentan el desorden, pero sí realizan otro tipo de actividades como escuchar música, dibujar, realizar trabajos de otras áreas, etc. y un pequeño porcentaje del grupo participa durante el desarrollo de las temáticas. El número de estudiantes de los grados con énfasis en arte es muy pequeño en relación con los demás cursos que se componen de aproximadamente 40 estudiantes.

Se evidencia que no existe comprensión de los conceptos trabajados a lo largo del año escolar en las clases de física (por parte de los estudiantes), lo que genera resultados académicos por debajo de lo esperado en el área. Existen diferentes factores asociados a esta situación. Inicialmente se observa que los objetivos en los espacios de física es el aprendizaje basado en la aplicación matemática de los conceptos. Solo se propone la solución de ejercicios después de la explicación del maestro, no se generan espacios para la reflexión sobre fenómenos abordados como laboratorios y actividades que promuevan la construcción de conocimiento científico. Además, los contenidos y el nivel de profundización de los mismos en los espacios de física son considerablemente menores en comparación con los demás grupos, ignorando las relaciones existentes entre el arte y la ciencia. Los docentes no le dan la misma profundidad a las temáticas, teniendo en cuenta el énfasis.

Las clases de ciencias naturales no se relacionan con las demás las áreas del conocimiento. Como se mencionó anteriormente, la mayor parte de las clases se realizan de manera magistral dejando de lado las experiencias y la creatividad de los estudiantes a la hora de crear sus propias hipótesis y explicaciones del mundo. Neto y Valente (2001) reconocen que una de las prácticas más utilizadas en el aula para la enseñanza de la física parte de la resolución de problemas por medio de algoritmos, lo cual lleva a resolver problemas mecánicamente. Esto genera desinterés por parte de los estudiantes, ya que al no profundizar conceptualmente en un tema, los estudiantes no encuentran interés por cuestionarse respecto a lo observado en el mundo natural, y sus comprensiones respecto a los contenidos no les permite encontrar relaciones para aplicar sus conocimientos en diferentes contextos.

Por otro lado, se realizó una revisión a las memorias de los eventos de socialización de los egresados, donde se evidencia que algunos estudiantes de las modalidades ofrecidas en el IPN han elegido una carrera profesional diferente a la que inicialmente pretendían, entonces las herramientas adquiridas en su

énfasis de educación media vocacional no fueron suficientes para enfrentar sus actuales escenarios académicos y desempeñarse en ellos de la mejor manera.

Por estas razones es importante aproximar a los estudiantes de grado décimo del énfasis en artes al estudio de conceptos propios de la física partiendo de sus objetos de estudio y encontrando las relaciones entre las diferentes áreas del conocimiento.

1.2 Pregunta Problema

Teniendo en cuenta la situación expuesta anteriormente surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo aproximar a los estudiantes de décimo grado del Instituto Pedagógico Nacional con énfasis en artes a los conceptos relacionados con la propagación de la luz?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General:

Diseñar e implementar una estrategia didáctica que promueva el aprendizaje de los conceptos relacionados con la propagación de la luz en los estudiantes de décimo grado del Instituto Pedagógico Nacional con énfasis en artes.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico que permita caracterizar la población y su entorno.
- Elaborar un marco teórico que permita la comprensión de los conceptos relacionados con la propagación de la luz y las diferentes implicaciones pedagógicas y didácticas que se requieren para la construcción de una estrategia didáctica.
- Diseñar una estrategia didáctica que permita la comprensión de algunos conceptos relacionados con la propagación de la luz.
- Implementar la propuesta didáctica en estudiantes de décimo grado del IPN.
- Sistematizar, analizar y socializar los resultados con el fin de reconocer los aspectos implicados en la comprensión de algunos conceptos relacionados con la propagación de la luz, en estudiantes de la modalidad de artes del Instituto Pedagógico Nacional.

1.4 Justificación

La Educación es un proceso de formación que permite el desarrollo integral de los seres humanos, de acuerdo con las necesidades e intereses de cada sujeto. De esta manera se debe garantizar una educación articulada que posibilite la comprensión de diferentes fenómenos que se presentan en la cotidianidad.

El estado debe atender las investigaciones y practicas involucradas en el mejoramiento de la educación. Uno de los fines de la educación es el acceso a la ciencia, tecnología y valores de la cultura como construcción de conocimiento y de esta manera estimular a la creación artística en sus diferentes manifestaciones y, así mismo, promover la capacidad de las personas para crear e investigar, (Ley General de Educación, Ley 115/1994).

En este sentido se ha pronunciado la UNESCO, cuando habla de la importancia de la interdisciplinariedad de las áreas del conocimiento, al cuestionarse sobre la necesidad de solucionar los problemas ambientales, sociales, económicos, entre otros, los cuales deben estudiarse como un todo. Un punto de partida es ofrecer una educación que aborde el conocimiento desde diferentes perspectivas ya que ninguna puede aportar por si sola a la solución de todos los problemas. García (s.f.) argumenta que los profesionales poco pueden ofrecer desde la perspectiva de su especialidad, pues ninguna disciplina puede dar resultado por si misma, entonces es necesario integrar el conocimiento con el fin de resolver estos problemas.

Acerca de la interdisciplinariedad, Van del Linde (2007) la define como “una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas entendida como el diálogo y colaboración de éstas para lograr la meta de un nuevo conocimiento”. En consecuencia, Torres (1996) añade la necesidad de elaborar nuevos marcos conceptuales donde las diferentes disciplinas son modificadas para depender unas de otras.

Con respecto a la interdisciplinariedad, Carvajal (2010) considera fundamental mantener ligada la investigación a la docencia con el fin de abrir nuevos horizontes al alumno, y tanto para el docente resulta ser productivo como experiencia personal. Por otra parte Ackerman (1988) destaca los beneficios de la práctica interdisciplinaria a los estudiantes, como desarrollo de habilidades cognitivas, mejora de habilidades de aprendizaje y aumenta el pensamiento crítico.

Los fenómenos físicos se representan a través de las diferentes creaciones del hombre, por ejemplo, en las obras artísticas. Tanto la ciencia como el arte tienen la intención de construir conocimiento; el arte no

tiene el mismo significado para el que lo aprecia, ya que se aprecia desde diferentes puntos de vista, sin embargo González (1994) afirma:

“No se trata simplemente de disfrutar una obra, esta llegaría a tener más sentido si se interpreta desde diferentes ámbitos, por ejemplo una pintura lleva consigo un significado y estructura desde el autor, pero se puede tomar desde un punto de vista más general que coincida con las demás pinturas, ya que todo arte constituye una suma de elementos tomados del ambiente y de una voluntad creadora, la naturaleza ha sido el punto de arranque de la obra”. (Martín, 1994)

A través de la historia se ha encontrado estrecha relación entre la ciencia y el arte, este fue el caso de Leonardo Da Vinci, pues aplicó la ciencia a la práctica del arte con sus ideas de perspectiva, partiendo de los elementos de la geometría euclidiana y las concepciones de Alhazen respecto a la luz. Los escritos de Alhazen se recuperaron en el renacimiento, donde el arte evolucionaba a la par con la ciencia. Con el arte se pretendía dar la sensación de una imagen para que pareciera verdadera, y de esa forma representar la realidad visual. En este sentido Huerta (s.f), afirma que el conocimiento de Leonardo Da Vinci no era información desconectada, sino un sistema de ideas articuladas, aplicándolo en todo su quehacer. Lo anterior, se evidencia en palabras de Da Vinci:

“Quienes se prendan de la práctica sin ciencia son cual el piloto que se embarca sin timón ni brújula: que nunca sabrá con certeza su derrota. La práctica ha de ser siempre edificada sobre cabal teoría, de la cual es presente y guía la perspectiva; pero sin esta nada se hará a derechas en la pintura”. (Huerta s.f)

Una de las maneras de construir conocimiento es a partir de la observación e interacción con el medio, entonces la enseñanza de la óptica contribuye a que el estudiante elabore relaciones formales que corresponden a la realidad que le ofrece la experiencia (Marín, 1990). Por lo tanto esta pretensión no puede efectuarse dentro de la enseñanza tradicional sino que es necesario que el estudiante posea elementos que le permita explicar los fenómenos relacionados con la visión.

Una manera de aproximar a los estudiantes a la comprensión de los fenómenos ópticos, es a través de la experiencia cotidiana, ya que la percepción de la luz está ligada a nuestra condición humana, ello empieza cuando empezamos a vivir, convirtiéndose en una manifestación del color y dando cuenta de la belleza de la naturaleza durante la mayor parte de nuestra vida. (Marín, 1990). Así mismo, la óptica geométrica

permite describir algunas situaciones aplicando el modelo de rayo, como en la época de los griegos, quienes construían la mayor parte de teorías relacionadas con la visión a partir de analogías y observaciones, aunque es necesario tener en cuenta que su aplicación es restringida en comparación con la teoría ondulatoria.

Por otro lado, las experiencias de aula basadas en el experimento permiten la construcción de conocimiento ya que la experimentación es una acción que está ligada a nuestras actividades cotidianas desde que nacemos, puesto que nos permite obtener información de las cosas y clasificarlas entre sí. Es por ello que resulta pertinente involucrar el experimento en la enseñanza de las ciencias, dado que los estudiantes mediante actividades como esta logran vincular varias de sus ideas previas con hipótesis y soluciones de las mismas, además de facilitar la argumentación, la extrapolación y el manejo de los temas.

1.5 Antecedentes

Realizando una revisión a nivel local, se encontraron en el departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional las siguientes investigaciones que se convierten en antecedentes al presente trabajo, tomando como ejes centrales la óptica geométrica y la importancia del experimento o experiencias cotidianas en la Enseñanza de las Ciencias.

Páez (1991) en su investigación con estudiantes de noveno grado, realizó una aproximación histórica a la óptica geométrica. Este trabajo nace de la observación que realiza el autor en la que evidencia una disminución de los programas de bachillerato que abordan esta temática. Dentro de los objetivos se encuentra profundizar en los conceptos inmersos en la óptica geométrica y el desarrollo de la capacidad de análisis de los estudiantes. A partir de experiencias en el aula, se reconoció que se pueden explicar diferentes situaciones de la vida cotidiana relacionadas con la luz y el funcionamiento de algunos instrumentos ópticos. Finalmente se reconoció que las bases matemáticas de esta rama de la física se encuentran dentro de algunos teoremas de la geometría y definiciones de algunas funciones trigonométricas; mediante esto, las construcciones geométricas se realizan con trayectorias reales y no construcciones abstractas.

Otro estudio que se considera antecedente de esta investigación lo realizó Bareño (2005). El propósito de la investigación fue aproximar a los estudiantes a los conceptos de reflexión y refracción mediante recursos de fácil consecución. Destaca la importancia de la observación como generador de preguntas para describir resultados, así mismo pretende que los estudiantes describan los fenómenos relacionados con la propagación de la luz a través de los efectos que ésta produce. Desarrolla su estrategia, basada en la teoría

del aprendizaje significativo, tomando como herramientas el estímulo de la pregunta y la argumentación a través de la experimentación. De esta manera, los estudiantes construyen diferentes instrumentos ópticos para que estos apliquen los principios físicos que rigen el funcionamiento de los instrumentos.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

A continuación se presentan los elementos conceptuales que le permiten al investigador diseñar una estrategia didáctica, motivado por la pregunta ¿Cómo podemos ver?. Se toman como ejes centrales los conceptos de propagación rectilínea de la luz, fundamentada en el principio de tiempo mínimo, las leyes de reflexión y refracción de la luz, la pregunta, la analogía y el papel del experimento como herramientas fundamentales para los procesos de aprendizaje de las ciencias naturales.

2.1 MARCO DISCIPLINAR

Platón se cuestionaba: ¿Qué necesita la voz para ser oída?, ¿Y el oído para escuchar?; al respecto afirmó que en el sentido del oído se necesita tanto de la voz como del órgano del oído, de una manera directa para poder escuchar; de lo contrario no se puede escuchar la voz. Pero, ¿qué tan perfecto puede llegar a ser el sentido de la vista? no es simplemente la interacción entre el sentido de la vista y el objeto, ya que ésta necesita de un tercer elemento para cumplir dicha función, para que funcione de manera directa con el objeto; entonces, la vista necesita de un tercer elemento para que esta acción sea posible y éste es la luz, porque de cualquier cosa sobre la que no incida luz no se puede dar la veracidad de su existencia.
(Diálogos de Platón)

¿Cómo es posible ver? es una pregunta que se originó y desarrolló en un intento por comprender la visión humana. Fue en Grecia donde empezaron a desarrollarse las primeras teorías acerca de la visión. En este sentido, Álvarez y Siqueiros (2005) comparan el sentido de la vista con el tacto. Si a través del tacto se puede conocer la forma de los objetos, entonces, ¿Cómo a través del ojo se puede conocer esta misma característica a grandes distancias? Esta es una de las ideas iniciales que desarrollaron las teorías acerca de la visión.

Para conocer porqué es posible ver se han desarrollado múltiples ideas durante miles de años, incluso, como lo menciona Cetto (1999) en el desarrollo de las teorías de la luz y la visión no solo han contribuido

físicos, también otras disciplinas como la biología, la medicina, la astronomía y el arte, entre otras. Con lo dicho anteriormente se puede demostrar que todo en cuanto concierne a los fenómenos relacionados con la luz y la visión se puede explicar desde diferentes perspectivas, donde se involucran diferentes ramas del saber.

La luz es el elemento que permite ver los objetos, es fuente de energía. Por lo tanto, la vista se convierte en el sentido fundamental para conocer, Ditchburn (1982) destaca la importancia del sentido de la vista en la práctica de la ciencia, afirmando que es el sentido que más se utiliza para observar los fenómenos que se presentan en el mundo natural.

A continuación se realiza un seguimiento del desarrollo de las ideas relacionadas con la luz y la visión, comenzando desde los griegos aproximadamente en el año 500 A.C hasta la luz concebida como una perturbación en el siglo XIX.

2.1.1 Un poco de historia

2.1.1.1 Los griegos

Para Demócrito y los filósofos atomistas, los objetos desprendían “algo”, tal vez una capa de átomos, que al hacer contacto con los ojos hacía posible la visión. Platón complementó esta explicación añadiendo que el ojo debía emitir un tipo de fuego visual que al hacer contacto con los átomos que desprendían los objetos, se producía la sensación de visión. Otro filósofo griego, Empédocles, asumía que de los ojos salían emanaciones, que al hacer contacto con los objetos recogían su forma, a esta teoría se le llamó *extramisión*; en cambio, Leucipo planteaba que eran los objetos los que emitían algo que contenía su forma y color, esto viajaba hacia los ojos y lo captaban, a esta teoría se le llamó *intromisión*. Por otra parte, para Aristóteles, debía existir algo entre el objeto y el ojo que hiciera posible la visión; describía este medio como una cualidad que hace posible la visión; cuando ese medio entre el objeto y el ojo se encontraba en reposo había oscuridad. Sin embargo, esta descripción no satisfacía las cuestiones de ese entonces.

2.1.1.2 La Escuela Alejandrina

Cuando decae el poder político y económico de Atenas, el centro de la cultura griega se traslada a Alejandría, una pequeña ciudad ubicada en la costa egipcia del mediterráneo. Fue allí donde el debate de *intromisión* y *extramisión* concluye, pues filósofos como Euclides y Hero escriben sus tratados utilizando modelos de “rayos visuales” que partían del ojo hacia los objetos. Un representante de esta escuela, Herón

(o Hero), escribió un libro titulado *Catropica* que contiene la teoría de los espejos y algunas aplicaciones. También aportó algunas ideas respecto a la dirección de la vista hacia los objetos, al afirmar que un objeto tiende a seguir la distancia más corta posible, entonces: la más corta de todas las líneas que tiene el mismo punto final es la línea recta.

Por lo que se refiere a la velocidad de los rayos procedentes de los ojos, Herón afirma que se mueven con velocidad infinita, porque al tener los ojos cerrados y luego abrirlos y mirar al cielo, se observan las estrellas inmediatamente, no se necesita un intervalo de tiempo para que los rayos visuales alcancen el cielo y si la distancia fuese mayor se obtendría el mismo resultado (Gamow 1971 p. 5). Euclides, también aportó elementos de geometría al desarrollo de la óptica, afirmó que los rayos procedentes del ojo hacia los objetos son divergentes, y por eso, en cuanto más distancia hubiese del ojo hacia un objeto, se hacía invisible. Por otra parte, Euclides también publicó la ley de la reflexión, estableciendo la igualdad entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión.

Otro representante de la escuela Alejandrina que aportó en el desarrollo de las ideas relacionadas con la visión fue Ptolomeo, escribió un libro titulado *Óptica*, en él plantea que los rayos visuales pueden ser alterados de dos maneras: por *reflexión*, al ser rechazados por los objetos y por curvatura (*refracción*), cuando los medios permiten la penetración. Así mismo, realizó un estudio en particular para el caso de la refracción, que consistía en colocar una moneda en el fondo de una vasija, la moneda se ubicaba de tal manera que no se pudiese ver y luego llenaba de agua el recipiente, de esta manera confirmó la idea de que el rayo visual se curvaba aunque para el observador pareciera que la moneda se hubiese levantado.

Esta situación permitió un estudio más detallado sobre la refracción, a través de mediciones para el caso aire-agua y luego agua-cristal. Sin embargo no se logró formular matemáticamente los resultados de las observaciones. Tal vez, esta fue la última contribución por parte de la cultura griega al desarrollo de estas teorías, pues la biblioteca que contenía las valiosas ideas de los griegos fue destruida por orden de Julio Cesar al quemar la flota egipcia en el puerto y Alejandría cayó ante los musulmanes en el año 642 D.C.

2.1.1.3 La edad Media

En el transcurso de la edad media no hubo mayor progreso científico en Europa, mientras que en el mundo árabe los pocos manuscritos científicos y filosóficos de los griegos fueron traducidos. En el siglo IX, Alhazen partió de las ideas antiguas e introdujo el papel de la luz en el fenómeno de la visión considerándola independiente del ojo y del objeto. Alhazen considera que los rayos de luz parten del objeto al ojo, porque un objeto recibe luz y cada uno de los puntos del objeto emite rayos de luz en todas

las direcciones, dirigiéndola y reflejando un rayo hacia el ojo. De esta manera concluye que solo se pueden ver las cosas cuando hay luz, de lo contrario, no se puede reflejar nada y por lo tanto, no se puede ver.

Alhazen analizó las ideas de los griegos y sacó sus propias conclusiones, contribuyó a la óptica e introdujo la idea de que la luz viaja con una velocidad finita; describió el ojo humano con una analogía de la formación de una imagen en una cámara oscura, donde cada uno de los rayos emitidos por el objeto iluminado atraviesa la pupila.

Por otra parte, Alhazen se cuestionó acerca del porqué al acercarse o alejarse de un objeto, éste cambia de tamaño; para explicar esto se basó en la perspectiva, planteando que esto se debía a que los rayos en forma de cono procedían del contorno y la forma del objeto; cuando se observa a lo lejos, estos rayos se estrechan, pero si el observador se acerca el cono de rayos aumenta y en consecuencia se produce el ángulo mayor (Páez, 1991). Más adelante el trabajo de Alhazen se tradujo al latín.

Europa atravesaba por un periodo de latencia en cuanto a los estudio de la luz se trataba. Aunque se fundaron algunas Universidades, algunas explicaciones del mundo natural se basaban en la obra de Aristóteles, los cuales llegaban a Europa en versión Árabe.

Las ideas de Alhazen se tomaron como referentes hasta el siglo XVII, estas influyeron en varios autores como Robert Grosseteste y Vitello; sus obras fueron influencia para Roger Bacon, quien consideraba que el estudio de la óptica era indispensable para el estudio de otras ciencias. Al parecer Bacon fue el que sugirió el uso de anteojos. Las pinturas europeas contenían monjes usando anteojos. (Cetto, 1999).

En este mismo periodo las técnicas de pulido de cristales estaban avanzadas en el norte de Italia y posiblemente los venecianos abrían descubierto con anterioridad los hallazgos de Bacon. (Cetto, 1999)

2.1.1.4 El renacimiento

Durante los siglos XVI y XVII hubo una revolución artística en Europa y a su vez una revolución científica. Los científicos dieron lugar al estudio de la naturaleza a través del experimento. Se destaca el trabajo de Leonardo Da Vinci, quien se basó en la propagación rectilínea de la luz para crear un mecanismo que explicara la formación de la imagen obtenida por el ojo: la cámara oscura, basándose en la propagación rectilínea de la luz. Concluyó que a cada punto del objeto le corresponde su propia imagen detrás de la pupila y la imagen obtenida es invertida en comparación con el objeto. Leonardo también

tomó elementos de la perspectiva, para representar en sus obras las cosas como se ven; esta técnica mejoró notablemente las pinturas de la época.

Por otra parte, se inventaron instrumentos ópticos como el telescopio y el microscopio. Uno de los contribuyentes a la invención del telescopio fue Galileo Galilei, partiendo de los estudios de refracción de la luz. Sin embargo para la época no se contaba con la formulación teórica de esta ley, se contaban con las mediciones elaboradas anteriormente por Ptolomeo y Alhazen válidas para ángulos pequeños. Esto con el fin de realizar observaciones astronómicas.

El instrumento creado por Galileo fue perfeccionado por Kepler, quien a su vez lo utilizó y le sirvió como herramienta para formular sus tres leyes. Además, estudió la formación de imágenes en una cámara oscura y propuso un modelo para el ojo humano, que contenía un sistema de lente convergente.

Por otra parte, Willebrord Snell descubrió empíricamente en 1621 la ley de la refracción. Este momento es considerado uno de los mejores en la historia de la óptica a pesar de que Ptolomeo, Hero, Alhazen, Kepler, entre otros, habían elaborado mediciones para ángulos pequeños de acuerdo a la ley de la refracción, no habían llegado a una formulación teórica de esta ley. Ahora bien, Descartes descubre en 1626 la misma ley en términos de la función seno y tomó un modelo de la luz atribuyendo su naturaleza a *una presión transmitida por un medio elástico*. En 1638 Descartes publica su libro titulado “Óptica”, donde establece la Ley de Reflexión y Refracción.

Más adelante, Fermat formula el principio de tiempo mínimo en 1657. Es de notar que Hero realizó una deducción similar partiendo de la idea en que la luz seguía el camino más corto. Para Fermat, la luz se propaga de un punto a otro por el camino que le toma el mínimo tiempo. (Hecht, 2000)

2.1.1.5 Una nueva mirada: La naturaleza de la luz

Aunque Descartes intentó realizar una descripción de la naturaleza de la luz al formular la ley de la refracción, la naturaleza de la luz no había sido cuestionada. Desde la época de los griegos, se desarrollaron varias ideas para comprender como es posible ver. Aristóteles consideraba que entre el ojo y el objeto había un elemento que los comunicaba, luego Alhazen desarrolló la idea de la luz como un elemento implicado en la visión. Euclides fue uno de los primeros en tomar modelos de rayos para elaborar sus explicaciones (aunque era tomado como un rayo emitido por el ojo). Para los griegos, las emanaciones emitidas por el ojo o los objetos viajaban en línea recta, después Hero establece que los rayos emitidos por el ojo viajan por el camino más corto y, finalmente Fermat afirma que la luz viaja por el camino que le toma el menor tiempo.

Uno de los grandes aportes en la historia de la Física lo hizo Isaac Newton; desarrolló los conceptos que se toman como base en la mecánica mediante sus tres leyes. Tomando lo anterior como referencia, Newton aplicó su teoría mecánica al abordar la naturaleza de la luz, y afirmó que estaba formada por pequeñas partículas, las cuales provenían del foco luminoso y se propaga en línea recta. Esta teoría se conoce como: teoría *corpuscular* de emisión. En este mismo contexto, Newton explicó el fenómeno de reflexión, refracción, intensidad de la luz y los colores (Álvarez y Siqueiros, 2005).

Además, Newton descubrió experimentalmente que al hacer pasar luz solar a través de un prisma, esta se dispersa en un arcoíris, cuyos colores varían del rojo al violeta. También mostró que al combinar la luz de colores con otro prisma bien orientado se producía nuevamente la luz blanca. Newton concluyó que el índice de refracción en el aire o vidrio no es el mismo para todos los colores del espectro.

Mientras tanto un contemporáneo de Newton, Christian Huygens, escribió en 1678 un libro en el cual propuso la naturaleza ondulatoria de la luz. Lo publicó en 1690, titulado "*Traité de la lumière*"; en este, considera a la luz como ondas que se propagan a través de algún medio universal que llena el espacio. Relaciona la intensidad de la luz con la amplitud de onda, y cada color con un valor diferente de longitudes de onda, donde el rojo tiene la longitud de onda más larga y el violeta la más corta. Huygens también explicó la difracción de la luz proponiendo que cuando la luz se encuentra con un obstáculo cada punto de este se convierte en una nueva fuente de ondas que se propagan en todas las direcciones. Explicó la reflexión y refracción. Sin embargo, esta teoría no fue acogida, algunos refieren que se debió al prestigio de Newton, que puso por delante la teoría corpuscular. Además, la teoría de Huygens carecía de precisiones matemáticas y fue desechada por un largo tiempo, más de un siglo. (Gamow, 1971) (Álvarez y Siqueiros, 2005 p. 7).

En 1803, Thomas Young realizó un experimento que consiste en hacer pasar luz a través de dos rendijas muy delgadas, si se tapa una de las rendijas, la otra ilumina más de la mitad de la pantalla, pero el enigma ocurre cuando se destapan las dos rendijas, pues aparecen una serie de franjas oscuras y alternantes. (Álvarez y Siqueiros, 2005).

Este mismo fenómeno fue descubierto años antes por Newton, en uno de sus experimentos conocido como los "anillos de Newton". Pero las ideas de Newton respecto al comportamiento y composición de la luz no podían explicar este experimento. Young pudo explicar su experimento, resaltando la teoría ondulatoria y

basándose en datos de Newton para las longitudes de onda de varios colores. Young añadió un nuevo concepto: el *principio de interferencia*. (Gamow, 1971)

Este experimento trajo de vuelta la naturaleza ondulatoria de la luz. Alguna de las objeciones para no considerar el comportamiento de la luz como onda era en primer lugar, que no podía explicarse la propagación rectilínea de la luz, esta fue la objeción de Newton y en segundo lugar, que la luz debería contornear los bordes de los obstáculos, al igual que las ondas sonoras. Para la segunda, Grimaldi probó experimentalmente que en la difracción, la luz contorneaba de cierta manera los bordes de los obstáculos. (Merril, 1973). Aunque Young contaba con argumentos suficientes para defender su idea, esta no fue aceptada. Después de un siglo la teoría corpuscular de Newton predominaba sobre cualquier objeción.

Es necesario cuestionar desde otro punto de vista las razones por las que no era aceptada la teoría ondulatoria. La imagen que se tenía del mundo en esa época era mecanicista. Además, era complicado concebir la luz como una perturbación que se propaga en todas las direcciones, pues la experiencia muestra lo contrario; es más comprensible en ese contexto concebir la luz como una serie de corpúsculos que se propagan en línea recta. Si la luz es una perturbación, como lo es el sonido, qué es lo que perturba si en el vacío (donde no existe materia), se propaga la luz.

La teoría ondulatoria fue revivida por Agustín Fresnel, quien le dio un énfasis matemático y complementó la teoría basando sus explicaciones en analogía con las ondas sonoras (ondas longitudinales). Luego explicó la propagación rectilínea de la luz para medios isótropos y homogéneos. (Hecht, 2000).

Newton y Huygens habían abordado la polarización de la luz. Sin embargo no contaron con una explicación satisfactoria. Cabe resaltar, que el problema de Huygens al abordar este fenómeno era que él consideraba que esta perturbación se realizaba en la dirección de su propagación (onda longitudinal).

Más adelante Fresnel y Arago (éste se unió a la teoría ondulatoria y fue colaborador de Fresnel), desarrollaron una serie de experimentos para explicar el efecto de polarización mediante la interferencia, pero las teorías del momento no explicaban los resultados, pues dentro del marco de la luz en analogía con las ondas sonoras el fenómeno de polarización era inexplicable. Luego, Young, Arago y Fresnel trabajaron en conjunto para resolver este problema. Young sugirió que la vibración podría ser transversal, como una onda en una cuerda y de esta manera se resolvió el problema de polarización de la luz (Hecht, 2000).

Para Cetto (1999), el éxito de la teoría ondulatoria revivió el interés por conocer la velocidad de la luz. El primer intento por determinar la velocidad de la luz es debido a Galileo, sin embargo, el experimento que pretendía hacer tenía bastantes dificultades. Esta velocidad finita fue determinada por primera vez en 1676 por Olaf Römer con un valor de 214.000 km/s, quien lo determinó astronómicamente. En 1727 James Bradley también calculó la velocidad de la luz astronómicamente. En 1849 Armand Louis Fizeau realizó la primera medición terrestre, su diseño consistía en hacer en el agujero de una rueda dentada donde la luz se hacía incidir en un espejo y regresaba a la rueda. Para que la luz reflejada regresara por el agujero de la rueda, es necesario girar la rueda a velocidad angular, de esta manera se puede ver la luz reflejada. Conociendo el camino recorrido y el tiempo empleado por la rueda en girar un ángulo que corresponde a un diente, calculó la velocidad de la luz, de la cual obtuvo un valor de 315.300 Km/s. (Font, 2003) (Cetto, 1999)

Más adelante se mejoraron los diseños de experimentos que pudiesen determinar la velocidad de la luz, en 1968 Foucault diseñó otro tipo de experimento y calculó el valor de 298.000 Km/s. Luego en 1972 A. Michelson usó luz reflejada desde el monte Wilson hasta el monte San Antonio, a 35 Km de distancia, y obtuvo un valor de 299798 Km/s, con una precisión de 0.001%. (Cetto, 1999 p. 79)

Con el éxito de medir la velocidad de la luz predominó nuevamente la teoría ondulatoria al comprobar que la luz disminuye su velocidad al entrar en un medio más denso, contrario a la teoría corpuscular que afirma lo contrario, que la luz viaja más rápido en un medio más denso.

De esta manera se resolvió el debate entre Newton y Huygens respecto a la naturaleza de la luz, donde la teoría ondulatoria de Huygens triunfó mucho después de su muerte. Pero había una pregunta más por resolver: Si la luz es una perturbación, ¿Qué cosa es la perturbada? Para ello se propuso que como el vacío absoluto no existe, entonces todo el universo se encuentra lleno de una sustancia infinitamente más ligera que el aire, a la que se llamó *éter*. Este enigma fue abordado por los físicos durante varias generaciones hasta que Albert Einstein lo despojó. (Gamow, 1971).

Así concluye la breve historia que inició por comprender como vemos, de esta manera se desarrollaron diferentes teorías que abordaron la propagación de la luz y su naturaleza, de ello parten las explicaciones sobre el comportamiento de la luz: propagación rectilínea, reflexión, refracción, difracción, interferencia, polarización de la luz, entre otros.

Es importante cuestionarse: ¿Por qué es pertinente realizar un estudio histórico de la luz? Las lecciones que se pueden tener al revisar la historia de la óptica se mencionan a continuación. En primer lugar, es de notar que los intentos por comprender los fenómenos relacionados con la luz y la visión no han sido fáciles, pues los griegos basaron sus teorías en las observaciones que les brindaba la experiencia; entonces, algunas cosas no son tan obvias como parecen, pues estos no alcanzaron a desarrollar la idea de que la luz está involucrada en la visión, además, en sus modelos de rayos hubo muchas cuestiones que finalmente no fueron resueltas para saber si estos rayos viajaban del objeto al ojo o del ojo al objeto. De lo anterior, se deduce la importancia de saber si para un estudiante de secundaria estas ideas que parecen tan obvias, están claras; conocer estas dificultades permite al maestro conducir al estudiante a conocer las ideas elementales que le van a permitir aproximarse a conceptos posteriores, como son por ejemplo: la reflexión de la luz y la formación de una imagen en un espejo plano.

En segundo lugar, la idea central de Alhazen en la que un cuerpo recibe luz y la esparce en todas las direcciones permite hacer una aproximación a algunos conceptos de la óptica geométrica, pues no se trata simplemente de suponer que un rayo de luz es el modelo que se emplea en el desarrollo de las leyes, sino que este modelo tiene un fundamento teórico, por lo tanto los estudiantes darán significado a estos supuestos. Las ideas de los griegos contenían dificultades que luego Alhazen solucionó, como por ejemplo, los griegos no tomaron en cuenta a la luz como intermediario entre el objeto y el ojo para poder ver.

En tercer lugar, la historia muestra que el asunto de la luz no es solamente preocupación de la física; el estudio de la luz se relaciona con otras disciplinas, como por ejemplo el arte, además, contribuyó al desarrollo de la fotografía. Así mismo, puede conducirse a los estudiantes con énfasis en arte del IPN a estudiar algunos elementos implicados en la visión de los objetos, empleando herramientas diseñadas por artistas en el pasado y que permitan aproximar a los estudiantes a conceptos de la óptica geométrica.

Por último, si se realiza un estudio relacionado con la propagación de la luz, es inevitable cuestionarse acerca de su naturaleza. La luz puede estudiarse por sí misma, es decir, en la historia la luz pasó a ser considerada como una entidad física independiente.

2.1.2 Óptica Geométrica

¿Cómo puede explicarse la formación de una sombra? O ¿Por qué se observa una imagen invertida al interior de una cámara oscura?; estas y otras situaciones se pueden explicar si se asume que la luz se propaga en línea recta.

Para poder ver los objetos se necesitan tres elementos: la luz, el ojo y el objeto. La naturaleza de la luz se ha estudiado independientemente. Cabe mencionar que sin presencia de luz no es posible ver. Es necesario tomar en cuenta la trayectoria de la luz para hacer posible la visión, después de siglos de cuestionamientos, Alhazen identifica una concepción de los griegos, que toma como referente para desarrollar sus ideas: los ojos no emiten rayos que van dirigidos hacia los objetos sino que la luz incide en los objetos y cada uno de sus puntos refleja rayos en todas las direcciones.

El siguiente punto trata de describir la luz de una manera más simple sin cuestionar su naturaleza. La luz es el agente que transporta una información que viaja del objeto al ojo y sigue un camino recto para un medio homogéneo (tiene la misma composición en todas sus partes) e isótropo (tiene las mismas propiedades en todas las direcciones).

Para Font (2003 p. 5) el objeto de la óptica en general, es el estudio de la luz, el agente físico que entra en contacto con los ojos. Su estudio nos enseña algo que es esencial en la estructura del universo y su velocidad en el vacío es una constante universal básica.

La óptica geométrica describe la propagación de la luz a través de tres leyes: La ley de propagación rectilínea de la luz, la ley de reflexión y la ley de refracción. En la óptica geométrica no se toma en cuenta la naturaleza de la luz, sino que se utiliza una aproximación de rayo de luz, que permite explicar la formación de imágenes en lentes, espejos, sistemas ópticos y sistemas dióptricos. También se emplea en la fotografía, en la construcción de instrumentos como: lentes, telescopios, microscopios, entre otros.

2.1.2.1 Rayo de luz

Partiendo de que la luz está formada por corpúsculos emitidos a gran velocidad por una fuente luminosa que viaja en línea recta, se supone que ésta trayectoria rectilínea son los rayos de luz. El rayo de luz es simbólico, es una representación matemática en consideración de la afirmación inicial. El rayo de luz no existe, es una manera de mostrar la trayectoria que sigue la luz.

Para desarrollar el estudio de la óptica geométrica, se debe tomar en cuenta que:

- La luz viaja en línea recta en un medio homogéneo e isótropo.
- La luz viaja en línea recta indefinidamente mientras no encuentre un obstáculo que le impida el paso.
- La luz viaja en línea recta tomando el camino que le toma el menor tiempo.
- La acción de cada rayo es independiente de la de los demás
- La trayectoria que sigue la luz es reversible, es decir, que si la luz se propaga de un punto A al punto B, seguiría el mismo camino de B hasta A pero en sentido contrario.
- Existen fuentes de luz, de donde proceden los rayos luminosos. Un objeto es una fuente secundaria de luz porque refleja luz.

2.1.2.2 Reflexión de la luz

Para comprender lo que sucede cuando la luz incide sobre ciertas superficies, es necesario hacer algunas definiciones:

- Se define **rayo incidente** al rayo que parte del objeto e incide sobre la superficie del espejo.
- Se define **rayo reflejado** al camino que sigue la luz cuando rebota de la superficie del espejo hacia el observador.
- La **normal** es una línea que se traza perpendicular a la superficie del espejo.
- El **ángulo incidente** es el ángulo formado entre el rayo incidente y la normal, y el **ángulo reflejado** es el ángulo formado entre el rayo reflejado y la normal.

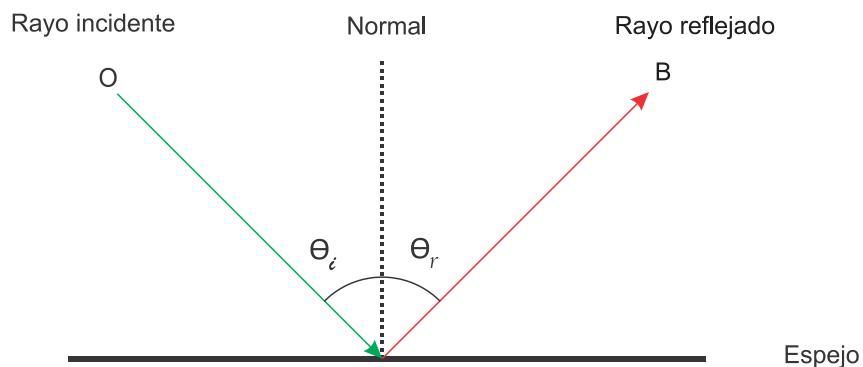


Figura 1. Reflexión de la luz

En la figura 1, se observa lo que sucede cuando un rayo de luz incide sobre un espejo. Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, el rayo incidente incide en la superficie del espejo y da lugar al rayo reflejado, y se observa que:

- El rayo incidente, la normal y el rayo reflejado se encuentran sobre el mismo plano
- El ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son iguales $\theta_i = \theta_r$

Estas son las leyes de la reflexión de la luz, las cuales tienen múltiples aplicaciones en el campo de la óptica geométrica, como por ejemplo explicar la formación de imágenes en espejos planos.

2.1.2.2.1 Formación de una imagen en un espejo plano

A través de la experiencia, se puede demostrar que al pararse frente al espejo se observa la propia imagen, la cual parece estar detrás del espejo. Sin embargo se desconoce que el resultado de estas observaciones tiene una explicación desde la ley de la reflexión.

2.1.2.2.1.1 La imagen como fuente de luz

En la figura 2 se muestra un objeto (A) frente a un espejo. Una fuente de luz incide sobre este objeto y de esta manera el objeto es una fuente secundaria de luz. Cada punto del objeto emite rayos en todas las direcciones y algunos de estos inciden en la superficie del espejo.

El punto **a** representa una fuente puntual. Como se observa en la figura, esta fuente puntual emite rayos en todas las direcciones y al incidir en el espejo sigue la ley de la reflexión. Las prolongaciones de los rayos reflejados se intersectan en un punto al otro lado del espejo (representado por **a'**). De esta manera se forma la imagen que se observa en el espejo, pues la imagen del objeto A está representada por la unión de varios puntos.

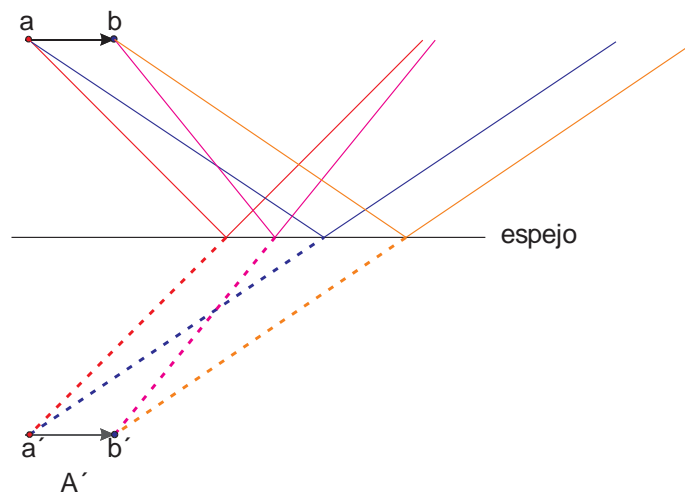


Figura 2. Formación de una imagen en un espejo plano.

Cuando esto sucede, se da lugar al rayo reflejado. Teniendo en cuenta la ley de la reflexión, se trazan rayos de luz que parten de los puntos a y b del objeto, luego se prolonga el rayo reflejado hacia el otro

lado del espejo. Las prolongaciones de los rayos reflejados que parten de los puntos a y b se intersectan, dando lugar a los puntos a' y b' al otro lado del espejo, la unión de varios puntos representa la imagen A'.

2.1.2.2.1.2 El observador

Ahora se pretende dar sentido al ejemplo anterior. La figura 3, muestra un objeto (A) y un observador(O) frente al espejo. Se toma al objeto como fuente de luz. De cada punto de A parten rayos que inciden en la superficie del espejo para llegar a O.

Se trazan el camino que sigue la luz desde los puntos a y b, de tal manera que lleguen a la superficie del espejo y reboten para llegar a O.

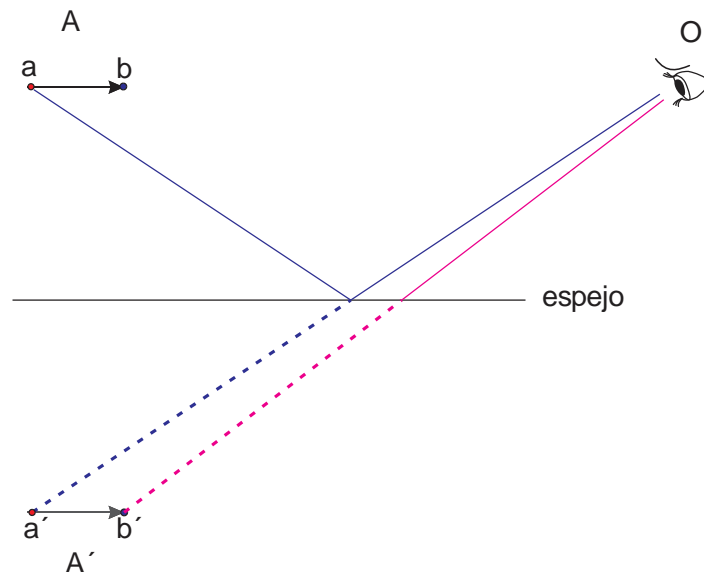


Figura 3. Formación de una imagen en un espejo plano.

Al prolongar los rayos que parten del observador hacia atrás del espejo se forma el objeto A', que representa la imagen del objeto, a' y b' son dos de los puntos que conforman dicha imagen. Para el observador (O) los rayos divergen desde a' y b' como si procedieran detrás del espejo, de tal manera que la luz viaja en línea recta. A la imagen A' se denomina imagen virtual porque la luz no procede realmente de los puntos a' y b', aunque la fuente no está en los puntos a' y b, es decir que no está ahí donde se observa.

En otras palabras, cuando los rayos que proceden de la imagen A inciden en el ojo, no pueden distinguirse de los rayos que proceden de la fuente luminosa A' sin que hubiese espejo. El observador interpreta que los rayos procedentes del objeto A viajan en línea recta porque el cerebro lo construye de esa manera. Así, para el sujeto la imagen virtual representa una fuente de luz. Aunque realmente lo es el objeto.

Como se observa en el ejemplo la imagen de un objeto en un espejo plano representa al objeto como si estuviese detrás del espejo. Por ejemplo, si se coloca la mano derecha frente al espejo, se observa una imagen similar en el sentido de mano izquierda. Otro punto es, que la imagen A es simétrica en relación con A', la distancia del objeto(A) al espejo, es la misma que de la imagen (A') al espejo. El espejo es mediatriz del segmento aa' y bb', entonces, al acercarse al espejo, la imagen del espejo parecerá también acercarse.

Por otra parte, no es necesario que el objeto se encuentre frente al espejo para poderlo observar; si el ojo ocupa la posición adecuada para poder recibir los rayos que refleja el espejo se puede ver el objeto.

2.1.2.2.2 ¿Por qué la luz se propaga en línea recta? Principio de Fermat en el caso de la reflexión de la luz

La noción de línea recta fue justificada inicialmente por Herón de Alejandría, afirmando que era la manera en que se recorría la distancia más corta para llegar de un punto a otro en su intento por explicar la reflexión de la luz. De la misma manera, Pierre de Fermat explicó el *Principio de tiempo mínimo*, con la idea de que: *La luz se propaga de un punto a otro a lo largo de la ruta que le toma el mínimo tiempo.* (Hecht, 2000)

Para comprender esto, se toma como ejemplo la ley de reflexión de la luz. En la figura 4, se observa el punto A y el punto B frente al espejo. ¿Cómo un rayo de luz se dirige del punto A al punto B, pasando por la superficie reflectante (el espejo) en el menor tiempo posible?



Figura 4. *Cómo ir del punto A al punto B pasando por la superficie reflectante.*

En la figura 5, se muestran algunas de las posibles trayectorias para que la luz viaje en el menor tiempo y en consecuencia, siga la trayectoria más corta para este caso. Para la trayectoria a, la distancia de A al espejo es corta, sin embargo del espejo a B, la trayectoria resulta siendo muy larga. Si se toma la trayectoria de A al espejo un poco más hacia la derecha, como se observa en la longitud de c, la trayectoria de A al espejo resulta muy larga. Hewitt (2004).

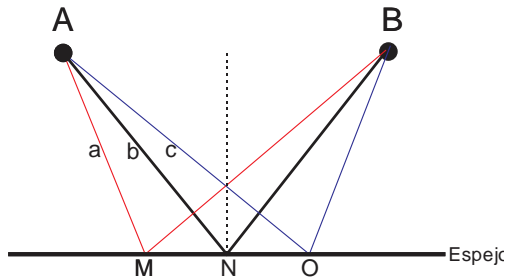


Figura 5. Posibles trayectorias para ir del punto A al punto B pasando por la superficie reflectante.

2.1.2.2.1 Demostración de la ley de reflexión a partir del principio de Fermat

En la figura 6, se observa el camino que sigue la luz cuando parte del punto A y se refleja en O para seguir hasta B. Es necesario tener en cuenta que O puede encontrarse en cualquier punto de la recta horizontal (superficie del espejo). Se trazan las perpendiculares desde la recta horizontal hasta A y B y la normal desde O. Es de notar que los ángulos AON y BON representan θ_i y θ_r y son suplementarios de MAO y PBO.

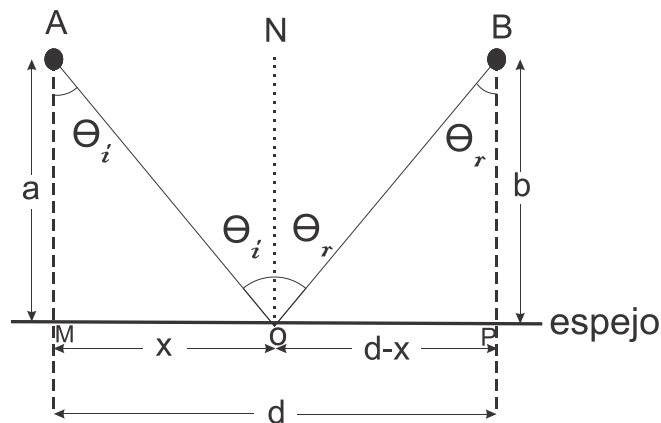


Figura 6. Reflexión de la luz.

La velocidad de propagación, se define:

$$l_1 = \overline{AO} \text{ y } l_2 = \overline{BO}$$

Como la longitud de la trayectoria es $l_1 + l_2$, el tiempo t a lo largo de la misma será:

$$t = \frac{l_1 + l_2}{v}$$

Pero $S = l_1 + l_2$,

Entonces podemos escribir la expresión

$$t = \frac{S}{v}$$

Retomando que O puede encontrarse en cualquier punto de la recta horizontal. Si se desplaza el punto O, las longitudes l_1 y l_2 también varían, por lo tanto la variación de tiempo en función de x será:

$$l_1 = (x^2 + a^2)^{1/2} \quad y \quad l_2 = ((d - x)^2 + b^2)^{1/2}$$

$$t = \frac{1}{v}(x^2 + a^2)^{1/2} + ((d - x)^2 + b^2)^{1/2}$$

$$l = l_1 + l_2 = (x^2 + a^2)^{1/2} + ((d - x)^2 + b^2)^{1/2}$$

Como el tiempo debe ser mínimo lo único que puede variar es x , por lo tanto se deriva el tiempo con respecto a x .

$$t = \frac{1}{2}(x^2 + a^2)^{-\frac{1}{2}}(2x) + ((d - x)^2 + b^2)^{-\frac{1}{2}}(2(d - x))(-1)$$

Agrupando y organizando se obtiene:

$$\frac{x}{(x^2 + a^2)^{1/2}} = \frac{d - x}{((d - x)^2 + b^2)^{1/2}}$$

Y esto es:

$$\sin \theta_i = \sin \theta_r$$

Lo que quiere decir:

$$\theta_i = \theta_r$$

Esto demuestra que la trayectoria AOB recorrida en el tiempo mínimo se cumple cuando el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

2.1.2.3 Refracción de la luz

El aspecto quebrado de una varilla sumergida en el agua es un ejemplo de una situación en la que está implicada la refracción de la luz. Cuando la luz cambia de un medio a otro sufre refracción, es decir que al pasar de un medio a otro cambia su velocidad y por lo tanto cambia la dirección de propagación. Cada medio se caracteriza por un *índice de refracción* n , éste es un valor constante para cada medio homogéneo es isótropo. Recordando que el camino de la luz es reversible, se hace necesario realizar algunas definiciones:

- Se define **rayo incidente** al camino que sigue la luz cuando parte del objeto e incide sobre la superficie que separa a los dos medios.
- Se define **rayo refractado** al camino que sigue la luz en el segundo medio.
- La **normal** es una línea que se traza perpendicular a la superficie que separa los dos medios.

- El **ángulo incidente** es el ángulo formado entre el rayo incidente y la normal y el **ángulo refractado** es el ángulo formado entre el rayo refractado y la normal.

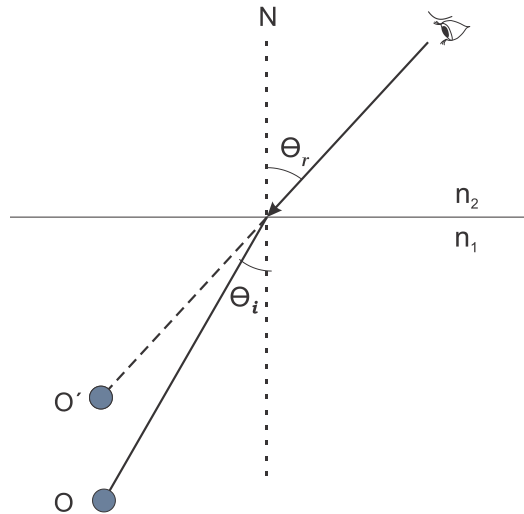


Figura 7. Refracción de la luz

En la figura 7 se observa un ejemplo de la refracción de la luz. El punto O está representado por un objeto que emite luz y pasa de un medio n_1 al medio n_2 dirigiéndose al observador A. Si se expresan las longitudes de las rectas NA y NO' en términos de la función seno se obtiene: $NA = \text{sen}\theta_i$ y $NO' = \text{sen}\theta_r$. La relación de las longitudes es igual al inverso de la relación entre los correspondientes índices de refracción de cada medio. Lo cual se expresa como:

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r} = \frac{n_2}{n_1} \quad [1]$$

En la figura 7, el medio superior n_2 es de menor índice de refracción que el medio inferior n_1 . Si la luz parte del punto A al punto O se observa que la luz se quiebra y se acerca a la normal. En cambio, si la luz parte del punto O al punto A el índice de refracción n_2 es mayor n_1 por lo tanto la luz se acerca a la superficie entre los medios.

Las leyes de la refracción se resumen de la siguiente manera:

- El rayo incidente, el rayo refractado y la normal se encuentran en el mismo plano.
- La trayectoria del rayo refractado en la superficie que separa a los dos medios es reversible.
- La relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción cumplen la ley de Snell:

$$n_1 \text{sen}\theta_i = n_2 \text{sen}\theta_2$$

La relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción, fue descubierta empíricamente por Willebrord Snell, expresándola:

$$\frac{\operatorname{consec}\theta_2}{\operatorname{consec}\theta_1} = \text{constante}$$

Esta ley también fue deducida por René Descartes, en sus explicaciones, tomó un modelo de la naturaleza de la luz. Formuló esta ley en términos de senos de los ángulos:

$$\frac{\operatorname{sen}\theta_2}{\operatorname{sen}\theta_1} = \text{constante}$$

(La constante se denomina índice de refracción del medio 2 con respecto al 1, n_{21}). Sin embargo para la época no se había llegado a formular esta relación. (Iparraguirre, 2007 p. 425).

2.1.2.3.1 Principio de Fermat en la refracción de la luz

La ley de la refracción fue deducida por Pierre de Fermat a partir del principio de tiempo mínimo: “La luz viaja de un punto a otro a lo largo del camino que le toma el mínimo tiempo”. En la figura 8 se observa la trayectoria de la luz al ir del punto A al punto B pasando del medio n_1 al medio n_2 .

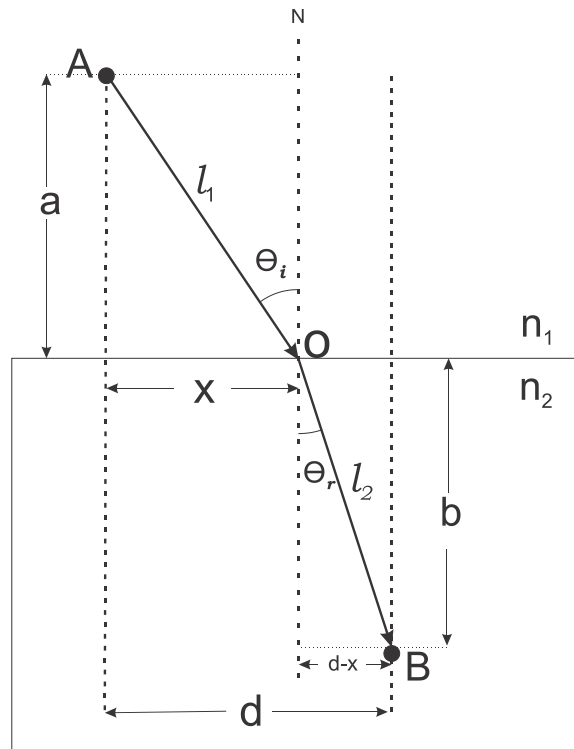


Figura 8. Refracción de la luz

Teniendo en cuenta las longitudes de las trayectorias l_1 y l_2 , el tiempo a lo largo de éstas será:

$$t = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2}$$

Ó

$$t = \frac{(a^2 + x^2)^{1/2}}{v_1} + \frac{((d-x)^2 + b^2)^{1/2}}{v_2}$$

Como el tiempo debe ser mínimo, lo único que puede variar es x , por lo tanto se deriva con respecto a x .

$$\frac{dt}{dx} = \frac{\frac{1}{2}(a^2 + x^2)^{-\frac{1}{2}}(2x)}{v_1} - \frac{\frac{1}{2}(b^2 + (d-x)^2)^{-\frac{1}{2}}(2(d-x))(-1)}{v_2}$$

Agrupando y ordenando se obtiene:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{x}{v_1(a^2 + x^2)^{1/2}} + \frac{-(d-x)}{v_2(b^2 + (d-x)^2)^{1/2}} = 0$$

De la figura 8 se deduce que:

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{v_1} = \frac{\text{sen}\theta_r}{v_2}$$

Esta relación demuestra que para ir del punto A al punto B en el mínimo tiempo debe satisfacer la ley de Snell.

Se acostumbra a considerar el caso cuando el primer medio es el vacío, con el cual la velocidad de la luz es c

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r} = \frac{c}{v_2}$$

Este coeficiente es el índice de refracción del segundo medio con relación al vacío, es decir:

$$n_2 = \frac{c}{v_2}$$

En el caso general la ecuación

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r} = \frac{\frac{c}{v_1}}{\frac{c}{v_2}} = \frac{n_2}{n_1}$$

La ley de la refracción también se puede deducir mediante la teoría ondulatoria. El principio de Fermat demuestra que cuando la luz pasa de un medio a otro medio más denso, disminuye su velocidad.

2.2 MARCO PEDAGÓGICO

Teniendo en cuenta que los procesos de aprendizaje de las ciencias naturales, en particular de la física, requieren de reflexiones profundas sobre la manera como se deben abordar diferentes conceptos en el aula, según las características de los estudiantes y de los contextos; para el presente trabajo investigativo se consideran tres elementos fundamentales para el desarrollo de una estrategia de aula en la que se propicie la construcción de conocimiento científico, estos son: La pregunta, la analogía y el experimento.

En un primer momento se da a conocer la percepción que se tiene a partir de la experiencia y a la luz de diferentes documentos, sobre el acto de conocer, para luego explicitar cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

2.2.1. ¿Qué es conocer?

El acto de conocer surge de la relación del sujeto con el mundo que le rodea; aquello involucra una serie de factores, desde la manera como el sujeto percibe a procesos aún más complejos, como la organización de la información recibida. El hombre posee una estructura cerebral la cual es una herramienta para poder desarrollar sus estructuras cognitivas, estas permiten comprender a través de los sentidos situaciones presentes en su alrededor y construir una explicación lógica de acuerdo a lo que observa.

El acto de conocer evoluciona de acuerdo a cada etapa de desarrollo del ser humano, en principio el sujeto conoce a través de la percepción y luego a partir de procesos de orden mental superiores posee la capacidad de comprobar y formular hipótesis. De acuerdo a cada situación el sujeto cuestiona y transformar las explicaciones que vienen permeadas por la interacción con el contexto social.

El conocimiento se da conforme a los cambios del mundo, por ello, las comprensiones de la manera de ver todo lo que le rodea cambian constantemente en el sujeto. En los contextos escolares, este proceso se da de igual manera, el estudiante tiene la posibilidad de acceder a nuevos conocimientos y relacionarlos con sus estructuras cognitivas iniciales. Esta relación se da, de acuerdo con aspectos relevantes de la vida misma del estudiante, entonces, a través de ideas de anclaje se genera un proceso de transformación cognitiva (Ausubel, 1976).

Al respecto, Rodríguez (2004) afirma que la nueva información enriquece y modifica aspectos de las estructuras cognitivas ya presentes, en consecuencia se da lugar a ideas más potentes y explicativas, lo cual servirá de base para futuros aprendizajes. En conclusión, no basta con observar o clasificar para poder conocer, para que esto se lleve a cabo, cada sujeto debe organizar sus propias experiencias.

Dentro de la búsqueda de saber cómo el sujeto aprende, surge la primera escuela psicológica conocida como Gestalt, basándose en el estudio de la percepción. Cada ser humano tiene sus propias experiencias y concibe el mundo a partir de ello. El proceso de conocer desde esta perspectiva, muestra que la acción de un sujeto frente al mundo con el que interactúa es una construcción a partir de las percepciones sensoriales, lo que le permite finalmente dar un sentido completo y estructurado a todo lo que le rodea.

Por otro lado en la explicación de un fenómeno natural, se ven implicadas diferentes disciplinas desarrolladas por el ser humano, por ejemplo una pintura contiene un punto de vista desde la química por la composición de la materia prima utilizada en la obra, desde la física se encuentra el estudio de la luz, desde el arte tiene un sentido, no solo en su técnica, sino de lo que pretende transmitir un artista a través de su obra, sin embargo aquel sentido es diferente para quien la aprecie. En este contexto, el saber implica diferentes disciplinas.

2.2.2 El experimento en la enseñanza de las ciencias

En algunas instituciones educativas, la práctica de la enseñanza de la física se relaciona con el hecho de resolver problemas mediante algoritmos y aplicaciones de ecuaciones. Esto con el fin de obtener resultados satisfactorios en las pruebas de evaluación. Las explicaciones de los conceptos contienen ejemplos que se registran en el tablero, donde solo se establecen suposiciones e imaginarios de las situaciones que relacionan la física con la vida real. Esto limita al estudiante a indagar, analizar una situación y plantear hipótesis.

En la enseñanza de las ciencias, se explican teorías aisladas de sus manifestaciones, algunas de estas se observan en la naturaleza; sin embargo, para los estudiantes no es clara la implicación de las teorías en otro contexto diferente al de resolver problemas en el cuaderno, por eso difícilmente un estudiante podría explicar un fenómeno basado en una teoría. Marín (1990) menciona que la relación entre una teoría y la observación de un fenómeno se establece satisfactoriamente en un proceso final de interpretación de resultados; y en la enseñanza de la física la observación de un fenómeno es el objeto único capaz de crear motivación de los estudiantes para buscar una explicación formal del mismo.

Por eso es importante incluir el trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias, ya que el experimento es una de las herramientas indispensables para los procesos de enseñanza-aprendizaje, pues demanda reflexión, desarrolla la curiosidad, implica hacer un análisis de resultados, entre otros. (Carrascosa et al. 2005).

Sin embargo, la práctica experimental no debe ser autónoma, pues no basta con observar un fenómeno para extraer un concepto de él. Para construir conocimiento a través de la práctica experimental, es necesario que sea guiada y que tenga un objetivo claro de lo que se pretende y el papel del maestro es fundamental en este caso. Pues según Golombek (2008) el docente puede ser capaz de generar condiciones en las que el estudiante piense científicamente, es decir, genere hipótesis, se cuestione

constantemente, discuta e incluso genere un cambio de actitud en el estudiante, este es el inicio para que se emprenda un camino donde el niño o el joven genere sus propias preguntas acerca del mundo que le rodea y de esta manera discutir frente a las observaciones del mundo natural. Entonces, una de las tareas del maestro es guiar la práctica experimental en el aula para posibilitar el desarrollo de habilidades científicas dentro del aula, en este sentido, Cárdenas y Alfonso (2012):

Es necesario que el docente de ciencias oriente el desarrollo de actividades experimentales en el aula, que modelen el actuar del científico y que además favorezcan el proceso de aprendizaje de los estudiantes; en especial cuando la actividad experimental está estrechamente relacionada con la comprensión de las problemáticas que se trabajan en el aula de clase.

Otra de las críticas que usualmente se hace al trabajo experimental en el aula, es que este no debe limitarse a ser una motivación o novedad en el estudiante, ni asumir el desarrollo de una práctica experimental como el que sigue una receta; debido a que el ejercicio experimental desencadena el cuestionamiento de los fenómenos físicos, habilidades para comparar variables, y la caracterización de las mismas. El hecho de limitar la experimentación con la acción de realizar mediciones, manipular materiales o hacer cálculos, hace perder el carácter didáctico y pedagógico del experimento. Además para fomentar una buena práctica experimental, no es necesario valerse de instrumentos sofisticados ni tecnologías. (Carrascosa et al, 2005)

Malagón et al (2006) destacan la importancia de la relación entre la teoría y el experimento, ya que ambos se complementan entre sí, de otra manera la teoría no tendría validez. Esta relación que se ha visto a lo largo de la historia de las ciencias, pierde dicho vínculo a la hora de abordar temáticas de ciencias en el aula de clases, pues se ha evidenciado que el papel principal es tomado por la teoría, mientras que la experimentación se desplaza a un segundo nivel desde el cual se ve como una manera de ejemplificar o dinamizar la clase. A través de esto el experimento no debe ser seguido como un mecanismo, sino como un proceso donde cada parte es fundamental para el desarrollo del mismo. La interpretación que se da en el experimento, permite crear construcciones conceptuales.

2.2.3 La pregunta en la construcción de conocimiento

La pregunta es el punto de partida en la búsqueda de conocimiento. Para Freire (1990) todo conocimiento empieza por la pregunta. Elder y Paul (2002) afirman que las preguntas son la fuerza que impulsa el

pensamiento; si no tenemos preguntas, no tenemos en qué pensar, pues estas permiten enfocar el pensamiento a lo que puede llegar a ser significativo.

La información hace parte del pensamiento, y esta no llega a tener sentido hasta que es comprensible para el sujeto. Los hechos, los datos y las experiencias son el apoyo de dicha información que aún no tiene sentido. En el proceso de organizar las experiencias se generan cuestiones que permite construir conocimiento. (Elder y Paul, 2002)

Por otra parte, las contestaciones indican una pausa en el pensar, una respuesta genera otras preguntas donde el pensamiento continúa indagándose. Si no se hacen preguntas no se puede llegar a comprender. En el proceso de aprendizaje, es necesario que se generen preguntas para construir conocimiento. Es importante tener en cuenta que el responder a una pregunta implica el punto de vista que cada persona tenga frente a la situación. El sujeto relaciona la información teniendo en cuenta la situación propuesta. (Elder y Paul, 2002)

Cuando se realiza una pregunta, esta debe tener un objetivo claro, pues no se trata de preguntar por preguntar. Incluso se debe tener en cuenta la población a la que se dirige la pregunta. Para Gadamer (1994) el preguntar es pensar; porque quien pregunta formaliza la búsqueda reflexiva de conocimiento y si el sujeto piensa y tiene conciencia de ello, puede plantearse preguntas y posibles respuestas.

El maestro puede elaborar preguntas implicadas en la observación, la experiencia, etc. La pregunta propicia la reflexión, el planteamiento de problemas o hipótesis. A través de la pregunta se hace posible que el estudiante sea crítico frente a una situación, favorece la comunicación, mejora el ambiente en el aula. (Zuleta, 2005).

Elder y Paul (2002) proponen el diseño de tres tipos de preguntas. El arte de formular preguntas depende de las intenciones que se tenga y hacia que se quiere conducir. Pueden formularse preguntas concretas que solo requieran una respuesta en particular; en otros casos, se pueden formular preguntas propositivas que implican la opinión del sujeto y preguntas que requieren el juicio de quien las contesta, pues se plantean ideas que compiten entre sí.

Las preguntas juegan un papel importante en los contextos escolares, ya que se busca que los estudiantes expliquen e interpreten diferentes situaciones de su entorno, buscando relaciones entre la teoría abordada y las experiencias del aula, en este sentido Cárdenas y Alfonso (2012):

Se considera la pregunta como una herramienta que promueve la construcción de conocimiento y permite poner a prueba las explicaciones que se construyen en el aula escolar, ya que cuando el docente formula preguntas desencadena las interpretaciones y explicaciones que tienen los estudiantes en relación a los fenómenos; en ese proceso la pregunta termina convirtiéndose en una herramienta para explorar aquellos alcances conceptuales de los estudiantes y así es una poderosa herramienta que hace posible entender las interpretaciones de los estudiantes desde su experiencia y las representaciones construidas después del trabajo en la escuela. (Cárdenas y Alfonso, 2012)

2.2.4 La analogía como una herramienta de enseñanza de las ciencias

Una analogía es una habilidad que reconoce que una cosa es como otra. En el caso de las ciencias, una analogía establece relaciones entre un problema y otro.” (Reyes, s.f). Las analogías son representaciones utilizadas por cualquier persona con el objetivo de comprender una información nueva y, por lo general, se constituyen en una manera de establecer o hacer corresponder los elementos de una nueva idea con los elementos de otra que se encuentra almacenada en la memoria. (Lawson, 1993).

Lo anterior evidencia que la analogía juega un papel importante en la enseñanza de las ciencias naturales ya que se toman modelos para explicar determinadas situaciones. Se hace necesario tomar la analogía como herramienta didáctica en los contextos escolares, para crear estrategias que permitan conocer e interpretar de una mejor manera los conceptos. A través de situaciones cotidianas se puede aproximar a los estudiantes a la comprensión de conceptos propios de la disciplina. Con el uso de la analogía, se busca que el estudiante desarrolle habilidades para comparar, encontrar relaciones entre lo que se aprende y su entorno, y un pensamiento creativo que le permita aplicar los conceptos en otros escenarios.

Galagovsky y Adúriz (2001) mencionan que una de las dificultades en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias son las ideas de las representaciones que se construyen en los alumnos acerca del mundo natural. Treagust (1992) propone que mediante la analogía, los alumnos comprenden y visualizan mejor los nuevos conceptos o fenómenos, pues les aporta un marco que los hace más familiares y próximos a sus experiencias cotidianas y a su conocimiento previo. Reduciendo las demandas de abstracción.

El uso de la analogía permitirá al estudiante familiarizarse con algunas ideas que se han propuesto para analizar el comportamiento de la luz. De esta manera el estudiante podrá comprender el principio mínimo de Fermat.

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo se sustenta a partir de la Investigación Acción-Pedagógica. Una estrategia de investigación que se caracteriza por incorporar una dimensión práctica y transformadora de los diferentes contextos después de un proceso de observación y reconocimiento de la realidad. En esta investigación se crean actividades que posibilitan el cambio de una situación particular en una comunidad educativa.

Este tipo de investigación es un proceso cíclico que se compone de diferentes fases: se parte del análisis de la situación problema en la práctica, se recolecta la información de la práctica, se conceptualiza la información, se formulan estrategias de acción para resolver el problema, se ejecuta y se evalúan los resultados. Y si es necesario, se repiten estos pasos hasta lograr la ruta correcta. (Martínez, 2006).

El proyecto se plantea mediante una práctica educativa real, donde el mejoramiento de dichas prácticas se plantea en tres órdenes:

1. Mejorar la práctica debido a los procesos que involucran la enseñanza de la física y el desempeño e interés de los estudiantes en esta área del conocimiento.
2. A través de la planificación, acción, reflexión y observación se sigue el ciclo mencionado anteriormente. Éste permite entender cada acción educativa que está en búsqueda constante de mejoramiento.
3. En todos y cada uno de los momentos se implica a los responsables, donde se incluye a los relacionados de modo indirecto.

Cada acción realizada en el aula estuvo bajo constante reflexión con el fin de orientar cada momento al alcance del objetivo general. En consecuencia, se realizó un análisis de los resultados prácticos, las acciones, comportamiento y actitudes de los estudiantes, en general del contexto educativo con el fin de mejorar las estrategias que se implementaron.

Para Parra (2011) otra de las características principales de esta investigación es la consideración de la reflexión en la práctica pedagógica, donde se evidencia el desarrollo del currículo y el desarrollo profesional de los docentes. En este sentido, la reflexión sobre la realidad cotidiana de las aulas es lo que alimenta el proceso de investigación. Es el escenario propicio para desempeñar la acción.

3.2. Descripción de la población

El Instituto Pedagógico Nacional IPN está ubicado en la Avenida 127 No. 11- 20, en la localidad de Usaquén. Este centro de formación lidera procesos pedagógicos en los cuales intervienen niños, niñas y jóvenes desde preescolar hasta el grado undécimo que se caracterizan por la diversidad socio-económica-cultural. Es una unidad académica-administrativa de la Universidad Pedagógica Nacional UPN en la cual se promueven espacios de innovación, investigación y práctica docente, por lo tanto, en la mayoría de sus aulas se puede ver a un profesor titular y a un maestro en formación realizando las actividades académicas correspondientes. Se resalta la importancia con que se asume la práctica pedagógica en este lugar, ya que se cuenta constantemente con momentos de discusión, retroalimentación, etc. En el IPN se desarrollan diferentes actividades y eventos que cuentan con la participación de estudiantes, padres de familia, maestros, administrativos y docentes en formación.

Una de las preocupaciones de IPN es ofrecer una planta física adecuada para estimular el desarrollo del estudiante en diferentes dimensiones, en este sentido se encuentran espacios como la granja, los laboratorios de Física y Química, dos canchas de baloncesto y una cancha de fútbol, la cafetería, una biblioteca dotada con diferentes herramientas tecnológicas, una sala infantil, la sala de música, entre otros. Sin embargo, se ha observado que el laboratorio de Física se encuentra en mal estado debido a que las personas que lo utilizan no le dan el cuidado necesario a los diferentes implementos que permiten la actividad experimental.

Una de las características en cuanto al proceso académico de los estudiantes es que ingresan a la institución desde preescolar, donde inician un proceso académico que tiene una continuidad hasta los grados superiores. No hay acceso para estudiantes nuevos a los diferentes grados, el proceso deben iniciarlo desde preescolar. Lo que garantiza un reconocimiento desde la infancia hasta la adolescencia, creando vínculos afectivos entre ellos ya que gran parte de su tiempo y de su vida ha sido parte de la comunidad educativa.

La población con la que se trabaja en la investigación es el grado 1003 énfasis en artes. Esta población oscila entre estratos socioeconómicos dos y cinco, provenientes de diferentes lugares de la ciudad, en su mayoría de la zona norte. Gran parte de estos estudiantes son hijos de maestros o profesionales de clase media, es un grupo compuesto por 32 estudiantes, uno de los grupos más pequeños de la institución, por lo tanto el desarrollo de un espacio de clase es más ameno en cuanto al manejo del grupo y las soluciones y dudas que se puedan resolver a lo largo de la clase.

Sin embargo se evidencia un desinterés y actitud aburrida frente a los espacios de física ya que esto no es su objeto de estudio, según los comentarios de los estudiantes. Este es un grupo heterogéneo, los cuales se dividen de diferente manera en el aula de clases, por lo general un grupo de estudiantes siempre se ubica en la parte de atrás del salón. Son estudiantes indisciplinados que no dejan llevar a cabo la clase y se les llama la atención constantemente, algunos de ellos presentan muy bajos resultados académicos.

Del grado 1003 se destacan aproximadamente cuatro estudiantes respecto a su desempeño académico e interés por los temas abordados desde la disciplina a lo largo de las clases, su desempeño académico es bueno, mas no óptimo y están distribuidos en el salón de clase, esto se justifica porque son estudiantes que realizan un gran número de preguntas, manifiestan sus dudas y conclusiones, participan constantemente.

Se observa cierta rivalidad con los estudiantes de los otros cursos, además una actitud de negativa por parte de estos hacia los maestros en formación, en algunos casos es una actitud de burla, generada por las correcciones que hace el maestro titular y porque desde su educación preescolar hasta el grado actual han tenido interacción con los practicantes y afirman conocer como los pueden tratar y a quienes pueden molestar.

3.3. Descripción de la estrategia

A continuación se realiza una descripción de la estrategia diseñada para aproximar a los estudiantes de décimo grado del IPN con énfasis en artes a los conceptos asociados a la propagación rectilínea de la luz. Esta estrategia didáctica se construye a partir de las comprensiones alcanzadas durante la práctica pedagógica, la construcción del marco disciplinar: leyes de la óptica geométrica, el estudio histórico del desarrollo de algunas teorías acerca de la luz, las reflexiones acerca de qué es conocer, la analogía, el experimento y el papel pregunta en la enseñanza de las ciencias.

La estrategia se desarrolla en tres fases, las cuales se encuentran constituidas por diferentes momentos en los cuales se busca conocer las ideas y percepciones de los estudiantes, una aproximación a la teoría, experiencias sencillas, conclusiones y retroalimentación de los procesos y desarrollos alcanzados. A continuación se describe cada una de ellas:

PRIMERA FASE

El propósito de esta primera fase es conocer las ideas iniciales de los estudiantes y establecer algunos aspectos implicados en el camino recto que sigue la luz, basados en la analogía, el experimento y la

pregunta. Se busca que el estudiante explique situaciones de la vida cotidiana a partir de la ley de propagación rectilínea de luz y finalmente se aproximen a conocer la ley de reflexión y refracción mediante una historieta.

Momento 1: ¿Qué conoces sobre la luz?

El objetivo de este momento es conocer las explicaciones que dan los estudiantes a algunas situaciones involucradas con la luz y la visión, partiendo del interés de los estudiantes y teniendo como eje central algunas obras de arte. Se busca un intercambio de ideas y la discusión de sus explicaciones. El segundo propósito es lograr que los estudiantes identifiquen los tres elementos que se requieren que para ver: luz, ojo y objeto. Para ello se realizan una serie de preguntas que conducen a que los estudiantes infieran la respuesta y se dé una discusión de la misma.

Momento 2: Aproximándonos a conocer el comportamiento de la luz

El primer propósito de la actividad es llevar a los estudiantes a pensar que la luz puede describirse como el agente que transporta una información, para ello se realiza un ejercicio, en el cual se hace uso de la analogía. El segundo propósito de esta sesión es incentivar a los estudiantes para que reflexionen por qué la luz viaja en línea recta mediante el principio de Fermat de tiempo mínimo.

Momento 3: ¿Cómo viajan los rayos de luz?

El objetivo es mostrar a partir de una experiencia sencilla la trayectoria recta de luz. Para ello se realiza un experiencia acompañada de interrogantes que conducen al estudiante a realizar una descripción sobre la forma como viaja la luz.

Momento 4: Apliquemos lo aprendido

La intención en este momento es comprobar que el estudiante puede ejemplificar y explicar en alguna situación el camino recto que sigue la luz.

Momento 5: Conozcamos las teorías sobre la luz

El objetivo de esta sesión es dar conocer las ideas sobre la luz que han dado personajes de la historia. En este momento se abordan las diferentes conceptualizaciones sobre el fenómeno de la reflexión y refracción de la luz.

Se muestra a los estudiantes mediante una historieta las ideas de los griegos acerca de la visión de los objetos. Este material está acompañado de un conjunto de preguntas que posibilitan que los estudiantes se cuestionan sobre la información que brinda el documento. Por otra parte, se pretende aproximar a los estudiantes a conocer la reflexión y refracción de la luz.

SEGUNDA FASE

El propósito para la segunda fase es que los estudiantes comprendan como se forma una imagen en un espejo plano teniendo en cuenta la ley de reflexión y las implicaciones geométricas. Para cumplir con dicho propósito se tiene en cuenta la observación mediante la experimentación y la construcción teórica de la imagen formada en un espejo plano.

Momento 1: ¿Qué pasa con la luz cuando incide en un espejo?

Este momento es de aproximación conceptual. Tiene como propósito que los estudiantes conozcan la ley de reflexión de la luz mediante el experimento, donde realizan mediciones que conduzcan a formular dicha ley.

Momento 2: ¿Cómo se forma la imagen en un espejo?

Se pretende que los estudiantes empleen la ley de reflexión para construir geoméricamente la formación de una imagen en un espejo plano, guiados por la maestra en formación.

TERCERA FASE

El propósito de esta fase es que los estudiantes retomen lo aprendido en la primera fase para explicar la formación de una imagen al interior de una cámara oscura.

Momento 1: La cámara oscura

A partir de los conceptos vistos en la primera fase, se propone al estudiante dibujar la imagen observada al interior de una cámara oscura partiendo de la ley de propagación rectilínea de la luz.

Momento 2: ¿Cómo es la imagen creada en una cámara oscura?

Al construir previamente una cámara oscura se propone observar y describir la imagen que se observa en su interior, luego se pretende que compare lo construido en el momento 1 de esta fase con la imagen al interior de la cámara.

A continuación se presentan una tabla que contiene una descripción detallada de las fases y los momentos de la estrategia didáctica la cual se desarrolló con estudiantes de grado décimo del IPN con énfasis en artes:

Momento	Propósitos	Descripción de la actividad	Recursos	Indicadores de rastreo
PRIMERA FASE				
Momento 1: ¿Qué conoces sobre la luz?	<p>Identificar las ideas de los estudiantes por medio de las explicaciones de situaciones en la vida cotidiana relacionados con la luz y la visión.</p> <p>Establecer que para ver se necesitan tres elementos: el ojo, la luz y el objeto.</p>	<p>Se explica la intención de las experiencias que se van a trabajar; luego se discute sobre unas preguntas relacionadas con la cotidianidad.</p> <p>Dentro de la actividad se enfrenta al estudiante a una experiencia sensible, donde observará dos obras de arte. El ejercicio se centra en las preguntas ¿Cómo podemos ver? y ¿Qué se necesita para ver un objeto? Con estas preguntas se busca identificar los elementos implicados en el acto de ver, con el fin de concretar este aspecto que no suele ser tan obvio como parece.</p> <p>Para finalizar el primer momento se pregunta: ¿Qué puedes concluir respecto a la percepción de los objetos y los diferentes colores?</p>	<p>Guía Videobeam Computador</p>	<p>Registro de respuestas de la guía.</p> <p>Registro de las observaciones y verbalizaciones de los estudiantes en clase.</p>
Momento 2: Aproximándonos a conocer el comportamiento de la luz	<p>Interpretar el camino recto que sigue la luz y la velocidad finita a través de la analogía, donde se retoma el principio de Fermat de tiempo mínimo y el principio de mínima distancia de Hero.</p> <p>Establecer que la luz puede describirse como el agente que transporta una información.</p>	<p>Para iniciar, se divide a los estudiantes en cuatro grupos, se indica a todos los estudiantes que se ubiquen en forma de “u”.</p> <p>Se explica la actividad. El ejercicio consiste en pasar un objeto por cada uno de los compañeros desde el primero hasta el último compañero del grupo en la posición que se encuentran. Se propone que comparen las distancias y el número de estudiantes para que se ubiquen de tal manera que el objeto llegue del primer al último estudiante en el menor tiempo.</p> <p>El docente pasa por cada uno de los grupos para involucrarse en la actividad, discutiendo las preguntas de la guía y resolviendo las dificultades que se puedan encontrar.</p> <p>¿Cómo viaja esa información? Con esta pregunta se inicia este momento con el fin de recoger las ideas de los estudiantes para que el docente guíe las respuestas hacia el objetivo.</p> <p>Finalmente se propone la elaboración de un dibujo donde se relacione las comprensiones de la actividad con el</p>	<p>Hoja de papel con mensaje en su interior.</p>	<p>Discusiones en clase durante la actividad</p> <p>Registro de respuestas en la guía.</p> <p>Dibujo elaborado en la guía.</p>

Momento	Propósitos	Descripción de la actividad	Recursos	Indicadores de rastreo
		comportamiento de la luz.		
Momento 3 ¿Cómo viajan los rayos de luz?	Comprobar experimentalmente la trayectoria rectilínea que sigue la luz	Se coloca una vela encendida sobre la mesa, luego se unen las cartulinas con agujeros mediante una pita de tal manera que se pueda ver la llama de la vela. Se propone cambiar la posición de las cartulinas para observar lo que sucede y de acuerdo a esto proponer una manera en que se deben colocar los agujeros para que se pueda ver la llama. Finalmente se responde cual es el camino que sigue la luz y cómo se comporta.	Vela Cartulinas con agujeros en el centro Pita	Registro de respuestas en la guía. Registro de observaciones y comentarios de los estudiantes.
Momento 4: Apliquemos lo aprendido	Identificar las comprensiones de los estudiantes al explicar una situación de la vida cotidiana. Reconocer las ideas relacionadas con la propagación rectilínea de la luz.	Los estudiantes observarán una imagen que evidencia el camino recto que sigue la luz cuando se forman sombras. De ello se resolverán unas preguntas concretas para identificar si pueden explicar una situación de la vida cotidiana mediante la ley de propagación rectilínea de la luz.	Videobeam	Registro de respuestas en la guía. Preguntas y comentarios de los estudiantes durante la actividad.
Momento 5: Conozcamos algunas ideas antiguas sobre la luz	Se pretende que el estudiante compare las distintas teorías sobre la luz y que a través de estas se cuestionen y organicen sus ideas. Establecer la luz como elemento fundamental para ver. Aproximar a los estudiantes a conocer la reflexión y refracción de la luz. Establecer que el ojo es receptor, más no emisor. Motivar a los estudiantes a la indagación de la naturaleza de la luz.	Leerán una historieta donde se presentan algunas ideas de los griegos y Alhazen al intentar responder: ¿Cómo podemos ver? En esta, se da a conocer aspectos como la reflexión y refracción de la luz, una explicación de la propagación rectilínea y finalmente se responden y discuten algunas preguntas concretas que orientan a los estudiantes a comparar las distintas explicaciones.	Historieta Videobeam	Registro de respuestas en la guía. Opiniones de los estudiantes comparando las respuestas entre ellos.
SEGUNDA FASE				
Momento 1: ¿Qué pasa con la luz cuando incide en un	Comprobar experimentalmente la reflexión de la luz.	Para este momento, se aproximará a los estudiantes a conocer la reflexión de la luz. Se inicia haciendo algunas definiciones como: rayo incidente, rayo reflejado, normal, ángulo incidente	Banco óptico 1 diagrama con ranura	Registro de respuestas y datos en la guía.

Momento	Propósitos	Descripción de la actividad	Recursos	Indicadores de rastreo
espejo?		y ángulo reflejado que se encuentra en la guía y se concreta en el tablero. La experiencia a realizar ya está organizada, se explica a los estudiantes cómo funciona el montaje y se realizan las mediciones, luego se toman los datos y se hacen algunas cuestiones respecto a los datos y observaciones. Se propone apuntar la luz perpendicular al espejo y observar lo que sucede. Finalmente el estudiante propone una relación para los datos.	Foco luminoso Lente de $f=50$ 1 soporte para diafragma 1 soporte para foco y disco Transformador -Triple decímetro -Espejo	
Momento 2: ¿Cómo se forma la imagen en un espejo?	Construir analíticamente la formación de una imagen en un espejo plano, utilizando la ley de reflexión de la luz.	Al inicio de la actividad se observa una imagen donde se encuentra un objeto frente al espejo. Se propone la construcción mediante un dibujo de la imagen formada por un espejo plano, indicando un ejemplo en el tablero y proponiendo que el estudiante continúe en su guía. El estudiante señala en su dibujo una pregunta puntual y se resolverán otras cuestiones.	Guía Lápiz y borrador Tablero y marcador	Dibujo elaborado por los estudiantes Registro de respuestas en la guía.
TERCERA FASE				
Momento 1: La cámara oscura.	Construir analíticamente la formación de una imagen en una cámara oscura mediante la propagación rectilínea de la luz.	Se inicia con una breve reseña del trabajo de Leonardo Da Vinci en la cámara oscura. Luego se explica cómo funciona la cámara oscura y su relación con los objetos y la imagen formada. Se propone dibujar en la guía la formación de una imagen proyectada en el interior de la cámara oscura para concluir.	Guía Lápiz y borrador	Registro de respuestas en la guía. Dibujo Observación de las dificultades de los estudiantes durante la actividad.
Momento 2: ¿Cómo es la imagen creada en una cámara oscura?	Comprobar experimentalmente la trayectoria rectilínea de la luz y su implicación para otros contextos.	Se observa la imagen en una cámara oscura previamente construida, analizando las observaciones. Luego se coloca una vela encendida frente a la cámara y se registra las observaciones para finalmente comparar los resultados de la construcción analítica y la observación experimental	Cámara oscura Tela negra Vela	Registro de respuestas en la guía Comentarios y observaciones de los estudiantes durante la actividad.

CAPITULO IV

ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La sistematización detallada de los resultados de la implementación de la estrategia didáctica se encuentra en el Anexo No. 2 y 4

PRIMERA FASE

Momento 1

En la primera fase, se pretendía conocer algunas de las ideas de los estudiantes al observar situaciones implícitas en la luz. Es de notar que las explicaciones iniciales se fundamentan en sus experiencias previas, las cuales se basan solamente en el funcionamiento del ojo en particular sobre su estructura biológica. Se observa que ignoran otros elementos que pueden involucrarse en el fenómeno de la visión, como los objetos o la luz misma.

Los estudiantes emplean términos como “frecuencia” y “reflexión” en las explicaciones que dan sobre determinada situación, pero estas expresiones no tienen un sentido ni significado preciso para ellos. Se pudo evidenciar que algunos estudiantes usan expresiones más comunes para definir ciertos aspectos, por lo tanto fueron más explícitos y demostraron sus comprensiones al respecto. Por otra parte, es común para algunos estudiantes describir las cualidades del color en términos del lenguaje utilizado en el arte debido a su formación.

Con la pregunta ¿Qué se necesita para ver un objeto?, se pretendía establecer los elementos que involucran el acto de ver, se notó dudas por parte de los estudiantes al responder. Sin embargo, mediante la intervención de la maestra en formación se logró inducir a los estudiantes a responder teniendo en cuenta los elementos externos que hacen posible la visión.

Por otra parte, algunos estudiantes demostraron inseguridad al responder preguntas concretas sobre el fenómeno de la luz, sin embargo a través del dialogo, confirmaron que efectivamente sus respuestas satisfacían el interrogante que se había realizado. La pregunta permitió una reflexión en el estudiante, donde la idea inicial de tomar el ojo como principal protagonista en el fenómeno de la visión no permitía explicar con detalle el proceso, pues si no existieran otros elementos y la luz no sería posible ver.

Durante todo el proceso se destaca lo difícil que es conducir a los estudiantes a la idea de que la luz incide sobre el objeto y este la refleja hacia el ojo. Una mínima parte de los estudiantes pudo comprender esta

idea, sin embargo, la mayoría de los estudiantes ignoran la importancia de esto. Este factor influyó en el desarrollo y falta de comprensión para las actividades posteriores.

En cuanto a situaciones que involucran la reflexión de la luz, los estudiantes usan términos o expresiones que se escuchan en la cotidianidad, por ejemplo cuando se refieren a que la imagen que se observa en el espejo es el “reflejo”, pero se evidencia que no comprenden el significado de la palabra, por lo tanto no lo interpretan. Además la mayoría de sus explicaciones en cuanto a la reflexión de la luz se basan en sus experiencias.

Por otra parte, se evidenció la importancia del uso de la preposición adecuada al momento de plantear los cuestionamientos, debido a que la preposición puede conducir a un elemento diferente al esperado. Por ejemplo, al preguntar “¿De qué manera...?”, los estudiantes lo relacionan con una acción, y esta es efectivamente la respuesta a la que conduce la pregunta sin ser este el objetivo de esta, así mismo, “¿Cómo...?” la pregunta conduce a una explicación de la situación dada. Se observó que algunas preguntas en la estrategia didáctica se plantearon de tal manera que los estudiantes responden algo muy diferente a lo que se pretendía con dicha pregunta, por lo tanto se sugiere re plantear nuevamente la estructura para que sea más clara y concreta para los estudiantes y de esta manera alcanzar las finalidad deseada.

A pesar de todo, algunos estudiantes respondían muy coherentemente a la pregunta ¿De qué manera puedes ver tu imagen en el espejo? R1: “la luz llega al espejo se refleja, luego llega a nuestros ojos y así podemos ver nuestro reflejo. Y en otros estudiantes se evidencia una posible concepción de la naturaleza de la luz, mediante la teoría corpuscular: “La luz que reflejamos rebota en la superficie del espejo y esto es lo que vemos en el espejo”. Esta sesión dio lugar a más cuestiones como: ¿Todos los objetos reflejan luz? (como el espejo) ¿Como la reflejaría mi saco?

Momento 2

Fue necesario replantear algunas preguntas y omitir otras. El análisis de cada una de estas evidencia que preguntas como ¿En qué dirección? no era pertinente en el momento de la actividad y posiblemente podrían formularse más adelante.

Mediante la analogía los estudiantes se aproximaron en gran medida a comprender el comportamiento de la luz, en unos pocos se evidenciaron dificultades al remitirse únicamente a la actividad sin conocer cómo podría relacionarse esta en torno al comportamiento de la luz. Durante esta actividad fue posible que el

estudiante propusiera y solucionara dificultades. Ésta fue una ruta que permitió introducir nuevas concepciones en los estudiantes. Existe una dificultad en los jóvenes en la comprensión de lo que significa el tiempo y que es lo inmediato.

La mayoría de los estudiantes asume que la luz viaja en línea recta, pero muy pocos pueden fundamentar esta explicación mediante algún ejemplo de la vida cotidiana. Mientras que otros estudiantes asumen que es una onda o partícula, desconociendo su trayectoria, pues para algunos de los estudiantes este asunto no es de gran importancia.

En los dibujos realizados por los estudiantes se evidencia que unos cuantos comprenden el proceso y camino que sigue la luz para que un observador pueda interpretarla. En pocos casos los estudiantes tomaron en cuenta una fuente de luz. Es interesante ver como un grupo de estudiantes describe este proceso tal como se pretendía. Este tipo de respuesta permitió reflexionar acerca de la propuesta en ese momento, lo cual condujo a posponer algunas actividades para el final, pues los estudiantes no contaban en ese momento con las comprensiones suficientes para llevar a cabo una interpretación en cuanto al camino de la luz se refiere.

Otra observación respecto a esta actividad, es que el concepto que tienen algunos estudiantes sobre la luz, está relacionado con su comportamiento ondulatorio, pero ellos no se cuestionan si esto está presente en sus observaciones, o si tienen una aproximación al concepto de onda. Probablemente este tipo de afirmaciones no han sido conceptualizadas, y en este sentido resulta un poco complicado orientar al estudiante al contexto de la óptica geométrica.

Momento 3

Se presentaron grandes dificultades en la elaboración de la experiencia que pretende evidenciar el camino rectilíneo de la luz. Estas fueron en cuanto al montaje, y por lo tanto, para algunos estudiantes no tuvo sentido la actividad y en consecuencia, no la realizaron de la mejor manera. Por este motivo, es necesario crear otro tipo de montaje que permita el buen desempeño y manipulación del estudiante.

A pesar de esta gran dificultad muchas de las explicaciones de los estudiantes referentes a la propagación rectilínea de la luz tienen significado desde la analogía realizada anteriormente. Las orientaciones en clase permitieron a algunos estudiantes comprender la intención de la actividad con los recursos que tenían a su alcance.

Finalmente de esta fase se concluye que es difícil conducir al estudiante a que la luz viaja del objeto al ojo. Aspectos como este parecen ser muy obvios pero la historia evidencia que han sido muy cuestionados.

Momento 4

La intención de presentar la imagen en ésta actividad, era que a través de ésta los estudiantes pudieran explicar una situación, basándose en el camino recto que sigue la luz. Se evidenció que los estudiantes intentaron ejemplificar mediante la fotografía otros aspectos. No fue posible que los estudiantes explicaran el fenómeno de las sombras teniendo en cuenta el principio de la propagación rectilínea de la luz.

Por otra parte, la pregunta 16: ¿Qué observas cuando la luz no pasa a través de un objeto? estuvo mal planteada. Pues la intención era aproximar al estudiante a explicar la formación de una sombra, Las respuestas de los estudiantes conducen al investigador a identificar que la estructura de la pregunta no permite alcanzar el objetivo, por lo tanto confunde a las personas que la deseen contestar.

Momento 5

Hubo preguntas muy generales que llevaron al estudiante a identificar uno de los aspectos de la manera como los griegos concebían la luz. Teniendo en cuenta que se presentaron varios puntos de vista respecto a las ideas de los griegos relacionadas con la luz y la visión; era difícil que el estudiante pudiera identificar que los griegos no tomaban en cuenta la luz en sus modelos explicativos. Por lo tanto al referirse a la manera en que viaja la luz, se presentan diferentes teorías que abren camino a muchos tipos de respuesta y en ello ningún grupo coincidió.

Otro punto de ésta actividad permitió cumplir con el propósito de identificar la importancia de la luz en la visión, aunque suele ser obvio este tipo de afirmaciones es importante que los estudiantes lo tengan claro, pues en los procesos anteriores no se evidenció claridad.

Finalmente, la historieta no logro aproximar a los estudiantes a cuestionarse sobre la reflexión y refracción. Probablemente se hubiera sacado más provecho de ésta herramienta.

SEGUNDA FASE

Momento 1

Mediante la interpretación de datos del experimento de la reflexión de la luz, los estudiantes lograron formular la relación de dichos datos y concluir la relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de

refracción. Es interesante la manera en que los estudiantes manifestaron ésta relación, pues describieron mediante palabras, establecieron relación de proporcionalidad y tomaron referentes como la normal.

Momento 2

Es difícil llevar a los estudiantes a que construyan geoméricamente la imagen formada en un espejo plano, pues para lograr el objetivo es necesario seguir una serie de pasos. En primer lugar, se identificó que la idea de asignar luz a cada punto de un objeto no fue clara para los estudiantes y ésta idea se considera fundamental para realizar ésta y otras experiencias.

Se puede concluir, que el hecho de no asignar luz a cada punto de un objeto fue la dificultad que no permitió desarrollar la construcción de una imagen formada en un espejo plano. Los dibujos de los estudiantes manifiestan una comprensión del momento uno en ésta fase.

Cabe mencionar que la actitud de los estudiantes en esta actividad fue totalmente desinteresada y fueron pocos los estudiantes que participaron. En algunos casos se manifestó mucha confusión. No es fácil conducir al estudiante a este tipo de comprensiones, por eso es necesario que se sigan una serie de pasos en los que aproxime al estudiante a comprender que: 1. Pensar en un objeto extenso como la imagen de los diferentes puntos que componen el objeto y cada punto es considerado como una fuente. 2. La imagen que se observa en un espejo es la intersección de la prolongación de los rayos reflejados. 3. El ojo interpreta la luz proveniente del objeto.

Algunas preguntas, mira tu imagen reflejada en un espejo, ¿Es realmente un dibujo exacto tuyo? Si guiñas el ojo derecho, ¿Qué ojo guiña tu imagen? Si tocas la oreja izquierda, ¿Qué oreja toca tu imagen? no son necesarias ya que se pueden responder a partir de la experiencia cotidiana. Sin embargo se puede orientar este tipo de preguntas para que los estudiantes expliquen más detalladamente porqué sucede esto.

Así mismo se concluyó que algunas preguntas suelen ser muy confusas y estas se pueden plantear de otra manera, en la cual los estudiantes puedan interpretarlas. Este fue el caso de la pregunta 26; ¿Mediante que principios funciona un espejo?, los estudiantes manifestaron que no comprendían esta pregunta.

TERCERA FASE

Momento 1

En este momento, al igual que en el anterior, fue evidente la falta de comprensión de los estudiantes de considerar cada punto del objeto como una fuente de luz, debido a esto no se obtienen los resultados esperados y no tiene sentido lo que se hace. Sin embargo para algunos estudiantes esta idea fue más clara en este contexto y pudieron lograr el objetivo (en cuanto a la elaboración del dibujo se refiere).

También se crea la necesidad de establecer condiciones al observar una imagen en la cámara oscura, es decir, que se elabore una experiencia más controlada ya que resulta siendo un poco difícil observar la imagen con materiales de bajo costo, una imagen con claridad.

Algunos estudiantes conciben que la causa de la imagen invertida al interior de una cámara oscura sea porque ésta gira. Esta interpretación no es adecuada. Con esto se evidencia que los estudiantes no concebían que para que se forme una imagen es necesario asignarle a cada punto de esta un rayo de luz y prolongarlo.

Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario la reconstrucción y organización de las experiencias y de las preguntas que se llevaron al aula de clases, por lo tanto se organiza nuevamente el material teniendo en cuenta las dificultades y fortalezas recogidas con la primera implementación. (Ver anexo 3)

CONCLUSIONES

A continuación se mencionan algunas de las conclusiones finales a las que se llega luego de la realización del trabajo investigativo, estas giran alrededor del objetivo general, las construcciones teóricas alcanzadas, el diseño e implementación de la estrategia didáctica y los resultados obtenidos.

La pregunta que originó la presente investigación ¿Cómo aproximar a los estudiantes de décimo grado del Instituto Pedagógico Nacional con énfasis en artes a los conceptos relacionados con la propagación de la luz?, permitió diseñar una estrategia basada en elementos pedagógicos, disciplinares y didácticos, la cual se organizó a través de un conjunto de actividades que guiaban el proceso de aprendizaje de los estudiantes y posibilitaba la comprensión de aspectos relacionados con el fenómeno de la luz, entre ellos la propagación rectilínea, la reflexión y la refracción de la luz, para dar respuesta a la pregunta ¿Cómo podemos ver?

El realizar un estudio sobre la manera cómo han evolucionado algunos conceptos sobre la luz, permite conocer las dificultades que se han presentado en la formulación de las diferentes teorías y seguir la manera como esto cambia de acuerdo a los contextos y a la época. Teniendo en cuenta la reconstrucción histórica se puede afirmar que en ocasiones es complejo el explicar aspectos que son obvios, como en

nuestro caso, los elementos necesarios para ver (el ojo, la luz y el objeto) y las relaciones que se dan dentro de ellos.

Los temas propios de la óptica geométrica se encuentran estrechamente relacionados con la cotidianidad de los sujetos, por lo tanto, la explicación de los fenómenos tiene mayor sentido para las personas que los estudian. El realizar las diferentes demostraciones de las leyes, permite profundizar y comprender mejor el lenguaje matemático que emplea la física para modelar determinadas situaciones.

Se considera que una de las herramientas que posibilitado la construcción de conocimiento es la pregunta. El generar ambientes de aprendizaje, basados en cuestionamientos desencadenantes permite una mejor comprensión del mundo. La elaboración de preguntas requiere de una reflexión profunda en la que se logre identificar los elementos necesarios para despertar el interés de los estudiantes y se alcance los objetivos propuestos.

La creación de estrategias didácticas permite abordar los conceptos de la física de una manera diferente en el aula, haciendo uso de diferentes herramientas como experiencias sencillas, la pregunta, la analogía, se logra vincular las experiencias previas de los estudiantes con las teorías formuladas a través de la historia.

La estrategia didáctica implementada no cumplió con la mayoría de los objetivos propuestos; sin embargo, es pertinente analizar los diferentes factores que afectan el buen desarrollo de las actividades en las aulas de clases, entre ellas tenemos: La falta de interés de los estudiantes por el estudio de las ciencias naturales, en particular de la física, ya que en la sociedad se ha creado la imagen que esta disciplina se basa solo en el desarrollo de procesos matemáticos, sumado a esto en el grupo que se realizó la implementación, tiene otros intereses particulares como es el estudio del arte.

La estrategia didáctica fue puesta en marcha en una etapa del año escolar en la cual la comunidad educativa se encontraba en cierre de notas. La actitud de los estudiantes fue desinteresada, pues estaban preocupados por sus calificaciones ya que había culminado la etapa de evaluaciones. Se considera que este aspecto determinó fundamentalmente el desarrollo de la estrategia. Por lo tanto se deben garantizar ambientes de aprendizaje en los que se dé prioridad a la construcción de conocimiento más que a la evaluación de los procesos.

Para el diseño de la presente estrategia se formularon en su momento un conjunto de preguntas que se consideraban las indicadas para llevar al aula, sin embargo, en la fase de ejecución, al realizarlas a los

estudiantes se hizo evidente que no estaban indagando con precisión sobre lo que se deseaba saber. Esta situación permite afirmar que es difícil preguntar por eventos del mundo del físico que hacen parte de la vida cotidiana de los estudiantes y que parecen obvios.

Para lograr que el experimento o el montaje de experiencias sencillas tengan trascendencia en los procesos de aprendizaje de las ciencias se requiere de igual manera precisión. Para el caso de la cámara oscura, se debe contar con elementos que permitan ver con claridad las imágenes y posibilite la explicación del fenómeno.

El relacionar las diferentes áreas del conocimiento en la solución de una problemática resulta siendo una tarea compleja, en esta oportunidad se deseaba recurrir a la relación de la física con el arte, para el estudio de la luz. A pesar que la estrategia didáctica se diseñó teniendo en cuenta la pintura, la caja oscura, como principio de la fotografía, se pudo observar que se requiere reflexionar un poco más sobre estos procesos, para que realmente se dé un desarrollo interdisciplinar de las áreas en las aulas de clase.

Los resultados permitieron volver al proceso y retomar cada uno de los aspectos en los que se tuvo dificultades para el diseño de una nueva propuesta en la que se empleen los materiales y se reconstruyen las preguntas para realizar una nueva implementación (ver anexo 3).

BIBLIOGRAFÍA

- Ackerman, P. (1988). Determinants of individual differences during skill acquisition: Cognitive abilities and information processing. *Journal of Experimental Psychology*, 117(3), pp. 288-318.
- Alvarez, G. L., & Siqueiros Beltrones, J. (2005). ¿Qué es la luz?: Historia de las teorías sobre la naturaleza de la luz. *Revista universitaria - UABC*, 30-39.
- Ausubel, D. P. (1973). "Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento". En Elam, S. (Comp.)
- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Ed. Trillas.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Cárdenas, D. & Alfonso, K. (2012). *La convertibilidad de los fenómenos: un camino para aproximar a los estudiantes al concepto de energía*. Monografía UPN Colombia
- Carrascosa, J., Gil, D., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cad. Bras. Ens. Fís., volumen 23(2)*, pp 157-181.
- Carvajal Y. Interdisciplinariedad: Desafío para la educación superior y la investigación. Obtenido en Enero de 2012 De http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742010000200012&lng=es&nrm=.
- Cetto, A. (1999). *La luz*. (Segunda edición ed.). México: Fondo de cultura económica.
- Dampier, W.C. (1972) *Historia de la Ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión*. Madrid: Ed. Tecnos.
- Ditchburn, R (1982). *Óptica*. España: Ed. Reverté, S.A.
- Dr. Paul, R. & Dr. Elder, L. (2002) *Un bolsilibro sobre El Arte de Formular Preguntas Esenciales*. Ubicación: FoundationforCriticalThinking
- Escobar, M. (1990). *Educación alternativa, pedagogía de la pregunta y participación estudiantil (prólogo de Paulo Freire)*, (pp 1-22). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Felipe, A. & Gallarreta, S. (2006), Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. Ejemplos de biología de desarrollo. *Revista Iberoamericana*. Disponible en <http://www.rieoei.org/1233.htm>
- Font, J. L. Óptica Geométrica. 19 de septiembre de 2012. En <http://aransa.upc.es/ffettsi/Apuntes/Optica.pdf>.
- Gadamer, H.G. (1992) *Verdad y Método: fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Salamanca: Sígueme.
- Galagovsky, L. & Adúriz, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias* 19(2), pp 231-242.
- Gamow, G. (1971). *Biografía de la física*. España: Salvat editores S.A, Alianza Editorial S.A.
- García, A. (2005) Situaciones sofisticas en el aprendizaje de la física. Estrategias para su puesta en práctica en el aula. *REVISTA Iberoamericana*, 22 de diciembre de 2012. En <http://www.rieoei.org/1038Garcia.htm>
- García, S. (s.f.). Hacia el sueño de la transdisciplinariedad. Obtenido en diciembre de 2012, de http://www2.minedu.gob.pe/digesutp/formacioninicial/?dl_id=32
- Golombek, D. A., (2008). *Aprender y enseñar ciencias, del laboratorio al aula y viceversa*. Buenos Aires: Fundación Santillana.
- Hecht, E. (2000). *Óptica*. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana.
- Hewitt, P. (2004). Óptica, décima edición, *Física Conceptual*, (pp. 530-557). México: Grupo Noriega Editores.
- Huerta, J.(s.f.)Leonardo Da Vinci o la perspectiva científica en el arte y en la vida. Consultado el sábado 22 de diciembre de 2012 siendo la 1:48 p.m. de http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/19/03.pdf

Iparraguirre, L. M., (2007). Una propuesta de utilización de la historia de la ciencia en la enseñanza de un tema de física. *Enseñanza de las ciencias*, Volumen 25 (3), pp 423-434.

La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículo. Buenos Aires: Ed. El Ateneo. pp. 211-239.

Ley General de educación, Ley 115 de 1994, disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=292>

Marín Ovalle, E. (1990) *Origen y evolución de los conceptos fundamentales de la óptica*. Monografía UPN Colombia.

Martin González, J.J. (1994). *Historia del arte*. Barcelona:Ed. Gredos.

Martínez, M.,(1998). La investigación cualitativa etnográfica en educación: Manual teóricopráctico, 3ª edic., México: Trillas.

Merril, C. E. (1973). *Historia de las ciencias físicas*.Barcelona: Editorial Labor, S.A.

Neto, A. & Valente, M. (2001). Disonancias pedagógicas en la resolución de problemas de Física: una propuesta para su superación de raíz Vygotskiana. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), pp21-30.

Páez Durán, A. (1991) *La óptica geométrica como una aproximación al desarrollo histórico para noveno grado*. Monografía UPN Colombia.

Proyecto Educativo Institucional IPN, disponible en <http://ipn.pedagogica.edu.co/moodle/>

Reyes, M. (s.f). V Encuentro Internacional: “Las transformaciones de la profesión docente”. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Venezuela. Disponible en <http://www.redkipusperu.org/files/54.pdf>

Rodríguez, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Disponible en <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-290.pdf>

Sandoval, S., Ayala, M., Malagón, F., & Tarazona, L. (2006) *El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia*. Ponencia presentada al III Congreso Nacional de Enseñanza de la Física. Grupo Física y Cultura, Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional

Torres Santome, J. (1996). *Globalización e interdisciplinariedad: El currículointegrado*. Madrid: Morata, 1996. 72p.

Van del Linde, G. (2007, Jul-Dic). ¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior? *Cuadernos de Pedagogía Universitaria*, Año 4. No. 8. 11-13. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, Rep. Domin.

Zuleta, O. (2005). La pedagogía de la pregunta. Una contribución para el aprendizaje. *Educere, Volumen 9(28)*,pp 115-119.

ANEXOS

ANEXO 1
ESTRATEGIA DIDÁCTICA INICIAL



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

INSTITUTO PEDAGÓGICO NACIONAL

<http://ipn.pedagogica.edu.co/moodle>



AREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL

Nombre: _____

Apreciados estudiantes: A continuación realizaremos una serie de actividades que te permitirán entender algunos fenómenos relacionados con la propagación de la luz. Alguna vez te has preguntado ¿Cómo funciona una cámara fotográfica? O ¿Por qué puedes observar tu imagen en el espejo?, seguramente al final de estas sesiones lo comprenderás.

PRIMERA FASE

Objetivo: Reflexionar sobre mis comprensiones acerca del fenómeno de la luz y la visión

Momento 1 ¿Qué conoces sobre la luz?

Objetivo: Reflexionar sobre las ideas que se tiene acerca de los fenómenos relacionados con la luz y la visión.

La luz está implícita en tu vida desde que naces, tienes contacto con este fenómeno natural a diario, pero alguna vez te has preguntado ¿Cómo puedes ver?.

Algunos artistas haciendo uso de su imaginación y empleando la combinación de diferentes técnicas han elaborado algunas obras que al observarlas despiertan sensaciones. Por ejemplo, Van Gogh, en el año de 1888 realizó la tercera versión de “El dormitorio”, al observar la imagen, puedes experimentar diferentes sensaciones. Alguna vez te has preguntado ¿Por qué puedes ver diferentes colores?, intenta responder a esta pregunta registrando tus ideas en las siguientes líneas.

¿Qué se necesita para ver un objeto?

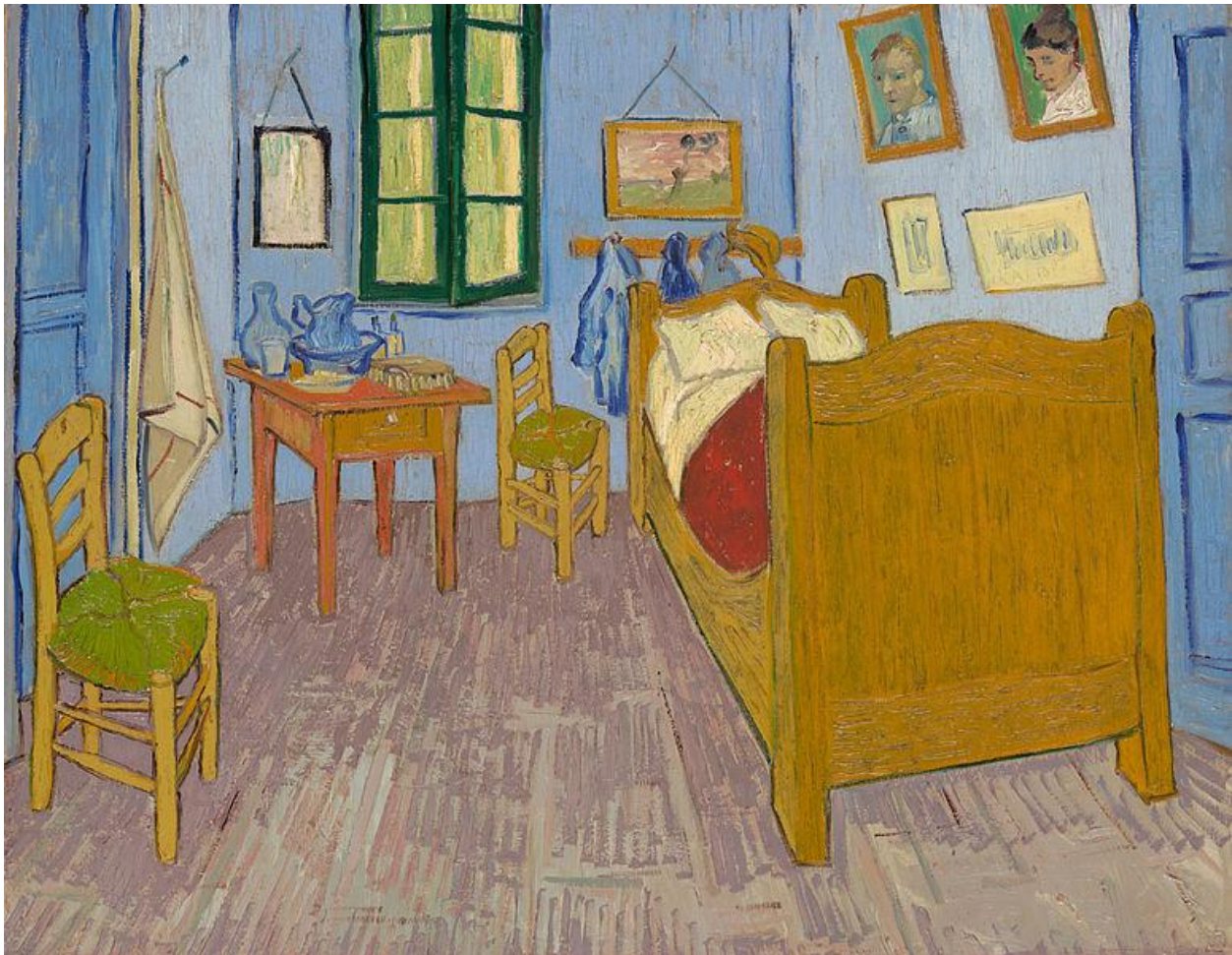


Imagen 1 "El dormitorio" (tercera versión), Vincent Van Gogh, 1889

¿Porque puedes diferenciar los diferentes colores?

La segunda imagen es una pintura de Diego Rodríguez de Silva y Velázquez, fue creada hacia 1647-1651. En ella se ve a Cupido sosteniendo un espejo mientras que Venus se mira en él, ¿Cómo explicas que se observe el rostro de Venus en el recuadro?



Imagen 2 “La Venus en el espejo”, Diego Rodríguez de Silva y Velázquez, hacia 1647-1651.

¿De qué manera puedes ver tu imagen en el espejo?, mírate en un espejo e intenta explicarlo. Registra tus ideas.

A partir de la experiencia en la actividad, ¿Qué puedes concluir respecto a la percepción de los objetos y los diferentes colores?

Momento 2

Aproximándonos a conocer el comportamiento de la luz

Objetivo: Aproximarme a comprender como viaja la luz

Descripción de la actividad: Siéntate con tus compañeros formando una mesa redonda para que puedas pasar un objeto de un extremo a otro de tal manera que pase por cada uno de tus compañeros, el objeto debe tener un mensaje en su interior; ahora piensa ¿Cuál es la mejor manera para que esa información llegue en el menor tiempo posible?, si es necesario ubíquense de otra manera teniendo en cuenta que la persona que envía inicialmente la información y la persona que finalmente la recibe, no deben cambiar de lugar.

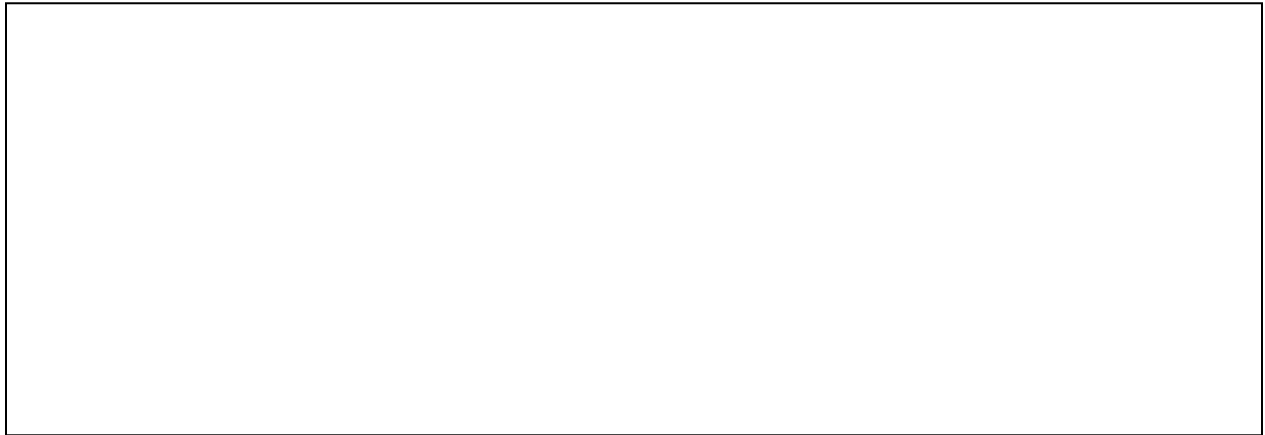
Luego de cumplir con el objetivo de la actividad, responde las siguientes preguntas para concluir ¿Cómo viaja esa información?

¿Cuál es el camino más corto para que el mensaje llegue en el menor tiempo?

En el caso de la luz, ¿De qué manera viaja?

¿En qué dirección?

Dibuja en el recuadro, análogo a la actividad anterior, como se hace posible ver un objeto y los elementos involucrados en dicho proceso.



Momento 3

¿Cómo viajan los rayos de luz?

Objetivo: Comprobar experimentalmente la trayectoria de la luz

Materiales:

- Cartulinas con agujeros
- Vela
- Pita

Descripción de la actividad: Coloca una vela sobre la mesa, une los agujeros de las cartulinas mediante la pita y ubica las cartulinas de tal manera que se pueda ver la vela.

¿Qué sucede si cambias la posición de algunas cartulinas?

¿De qué manera se deben colocar los objetos para que la luz de la fuente llegue a tu ojo?

Para concluir, ¿Qué camino traza la luz y cómo se comporta?

Momento 4

Apliquemos lo aprendido

Objetivo: Aplicar la ley de propagación rectilínea de la luz en una situación de la vida cotidiana.



Imagen 3

En la imagen N° 3, se observa una fotografía que muestra una manera de evidenciar el camino que sigue la luz y lo que sucede cuando la luz no pasa a través de un objeto. ¿Puedes dar algunos ejemplos en los cuales se pueda evidenciar el camino que sigue la luz?

¿Qué observas cuando la luz no pasa a través de un objeto?

Momento 4

Conozcamos algunas ideas antiguas sobre la luz

Objetivo: Comparar y cuestionar las ideas fundamentales de las distintas teorías sobre la luz

Descripción de la actividad: Lee la historieta donde se presentarán algunas teorías acerca de la luz y la visión, desde la cultura griega hasta el renacimiento, estas ideas fueron fundamentales en el desarrollo de la física y de instrumentos ópticos como el telescopio, los lentes, la construcción de espejos, entre otros.

Luego de leer la historieta responde las siguientes preguntas:

¿De qué manera concebían los griegos la forma como viaja la luz?

¿A qué crees que se refiere Aristóteles en la primera parte?

¿Qué papel juega la luz en el fenómeno de la visión?

¿Qué pasa con los rayos de luz en los espejos?

SEGUNDA FASE

Objetivo: Analizar la formación de una imagen en un espejo plano

Momento 1

¿Qué pasa con la luz cuando incide en un espejo?

Objetivo: Comprender la propagación de la luz al incidir sobre algunos objetos que la reflejan.

Claudio Ptolomeo afirmaba que los rayos visuales se alteran de dos maneras, la primera: cuando son rechazados por los objetos, es decir, los cuerpos no permiten la penetración de la luz en ellos, este es el caso de los espejos. A continuación realizarás una experiencia en la cual podrás comprender que pasa con la luz al entrar en contacto con un espejo.

Se define rayo incidente al rayo que sale del objeto y llega al espejo.

Se define rayo reflejado aquel que rebota del espejo hacia el observador.

La normal es una línea que se traza perpendicular a la superficie del espejo.

El ángulo incidente es el ángulo formado entre el rayo incidente y la normal, y el ángulo reflejado es el ángulo formado entre el rayo reflejado y la normal.

Materiales:

- Banco óptico
- 1 diagrama con ranura
- Foco luminoso

- Lente de $f=50$
- 1 soporte para diafragma
- 1 soporte para foco y disco
- Transformador
- Triple decímetro
- Espejo

Descripción de la actividad: Ubica el espejo entre los ángulos 0° y 180° . Luego, apunta el haz de luz hacia el espejo desde un punto diferente a la perpendicular a este y observa la dirección del rayo incidente y el rayo reflejado. Mide el ángulo de incidencia y el ángulo reflejado. Repite el procedimiento para diferentes ángulos de incidencia y reflejados, luego regístralos en la tabla.

Angulo de incidencia Θ_1	Angulo de reflexión Θ_2

¿Cómo son los ángulos incidentes y los ángulos reflejados en cada caso?

¿Qué sucede si apuntas el haz de luz perpendicular al espejo?

Escribe una relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión

Momento 2

¿Cómo se forma la imagen en un espejo?

Objetivo: Construir una imagen formada en un espejo plano

En la figura 4 la imagen del objeto se ve detrás del espejo, ¿Sabes por qué?

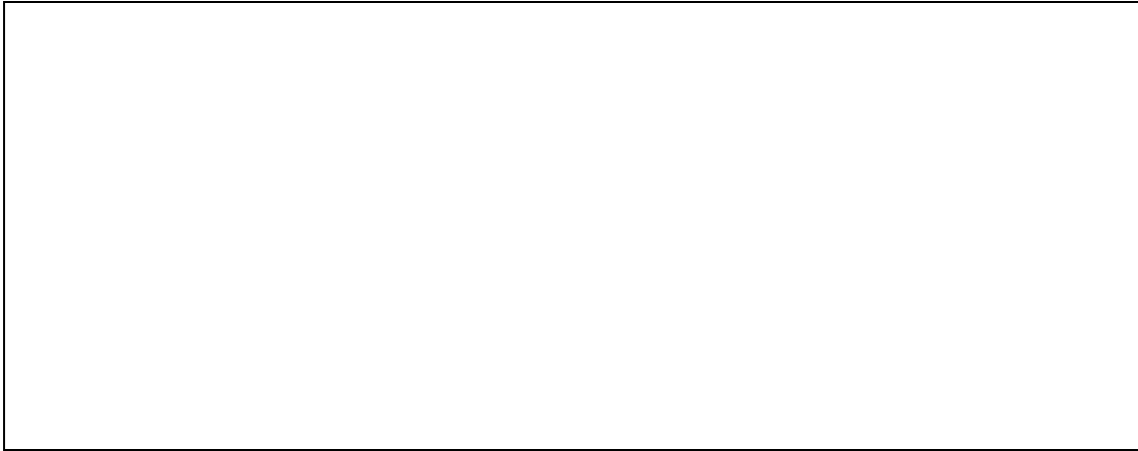


Fig. 4

En relación a la actividad anterior, has podido comprender lo que pasa con la luz al incidir en un espejo. Ahora, de acuerdo a la ley de la reflexión de la luz, construirás teóricamente una imagen formada en un espejo plano trazando haces de luz; lo que tendrás que hacer de acuerdo al dibujo, es trazar los haces de luz que salen de A y chocan con el espejo, luego salen del espejo para llegar al ojo. Traza cada uno de los rayos procedentes de los puntos con diferente color.

Prolonga los rayos que llegan a B mediante líneas punteadas y observa.

Señala en el dibujo, el camino de la luz por el cual el observador puede ver el objeto a través del espejo.



¿Qué relación existe entre la posición del objeto y la posición de la imagen con respecto al espejo?

¿Mediante que principios funciona un espejo?, explica geoméricamente como se forma la imagen en un espejo plano.

Mira tu imagen reflejada en un espejo, ¿Es realmente un dibujo exacto tuyo?

Si guiñas el ojo derecho, ¿Qué ojo guiña tu imagen?

Si tocas la oreja izquierda, ¿Qué oreja se toca tu imagen?

Escribe tu nombre en mayúscula en una hoja y ponla delante del espejo, ¿Reproduce el espejo correctamente tu nombre?

Si escribes tu nombre al revés y lo pones en el espejo, ¿Cómo se ve? ¿Por qué crees que pasa esto?

TERCERA FASE

Objetivo: Evidenciar el camino de la luz mediante la formación de una imagen en una cámara oscura.

Momento 1

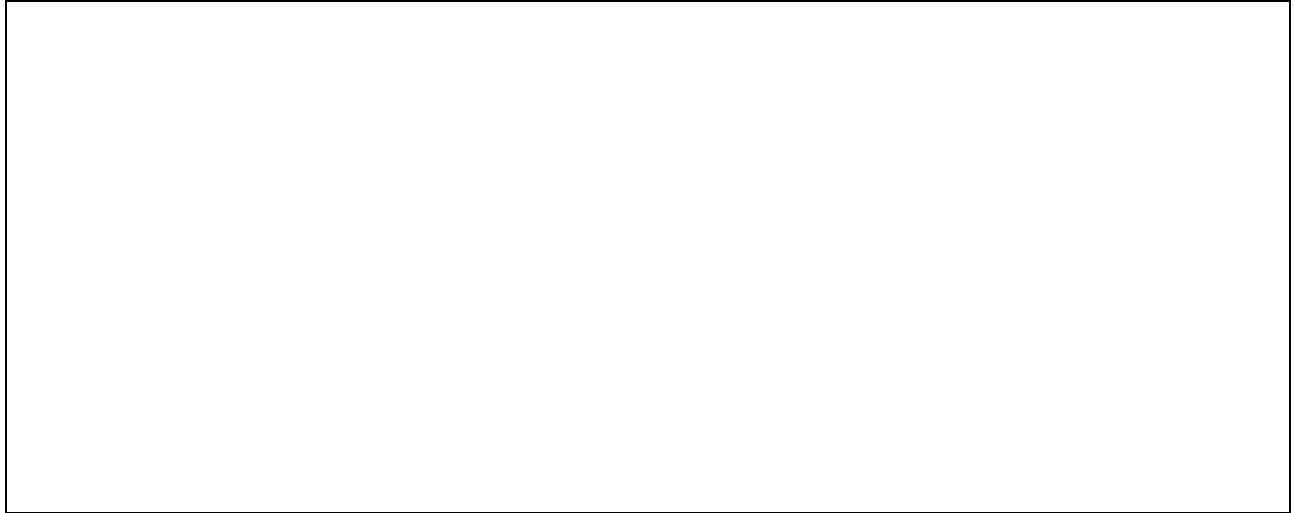
La cámara oscura

Objetivo: Trazar el camino que de la luz analíticamente.

En el renacimiento Leonardo Da Vinci impulsó el desarrollo de la cámara oscura, un mecanismo mediante el cual se forman las imágenes en el ojo partiendo de un principio que ya conoces; la utilizó para profundizar en el funcionamiento de la visión, el comportamiento de la luz y las leyes de la perspectiva geométrica. Antes de empezar a construir tu cámara, vamos a graficar como viajan los rayos de luz teóricamente.

Construcción analítica: El funcionamiento de la cámara oscura consiste básicamente en hacer pasar la luz que sale de un objeto por un agujero, de tal manera que se pueda proyectar la imagen del objeto sobre una pantalla, el dibujo te hará comprender lo afirmado. Como puedes observar, la flecha se encuentra delante del agujero y se proyectará su imagen en la pantalla A, la idea

consiste en que traces la manera en que viajan los rayos de luz desde el objeto a través del agujero y finalmente hasta la pantalla A, donde cada rayo que traces partirá de los puntos a y c del objeto.



Haciendo uso de lo comprendido en las actividades anteriores y partiendo de las ideas fundamentales. ¿Cómo es la imagen obtenida en la pantalla A en relación al objeto?

Momento 2

¿Cómo es la imagen creada en una cámara oscura?

Objetivo: Evidenciar el camino de la luz implicado en la formación de una imagen para una cámara oscura.

Se dice que la fotografía es el arte de escribir o pintar con luz, de ahí se deriva su nombre foto (luz) y grafos (escritura).

¿Qué imagen observas al interior de la cámara?

Describe la imagen del objeto que se forma en la cámara.

Coloca una vela delante del agujero. ¿Cómo es la imagen obtenida?

¿Encuentras alguna relación de la imagen obtenida en la cámara oscura con la que construiste analíticamente? ¿Por qué sucede esto?

ANEXO 2
SISTEMATIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
Primera fase		Transcripción textual			
Momento 1	Conocer las nociones de los estudiantes respecto a los fenómenos relacionados con la luz y la visión				
P1: ¿?	Conocer las concepciones de los estudiantes respecto	<p>R1: “Creemos que tiene que ver con que la luz se refleje o refracte en diferentes medios, también creemos que alguna de las partes del ojo nos permiten observar los colores”.</p> <p>R2: “se pueden ver diferentes colores por diferentes procesos que están relacionados con el ojo, por los diferentes tonos y matices”.</p> <p>R3: “el ojo capta la luz y la transforma en colores, los colores se reflejan de diferente manera”.</p> <p>R4: “la diferencia de colores de los objetos radica en la cantidad de luz que cada uno refleja”.</p> <p>R5: “Podemos ver diferentes colores, por los diferentes nervios y conexiones que tiene el ojo, estas captan la luz y manda una imagen al cerebro, luego este la codifica y la adapta para poder tener una imagen del mundo”.</p> <p>R6: “Porque el ojo humano tiene diferentes capacidades entre los cuales esta reconocer millones de colores”.</p> <p>R7: “Por la capacidad visual del ojo humano”.</p> <p>R8: “Porque la luz se toma en varias gamas de estos para diferentes materiales”.</p> <p>R9: “ Por la frecuencia Por la composición que se tiene en</p>	<p>Categoría 1: Estos estudiantes consideran la estructura biológica del ojo como un factor fundamental para la percepción de los colores, manifestando que este realiza un proceso para tal fin.</p> <p>Categoría 2: Un poco más de la mitad de los estudiantes involucra la luz en el proceso de visión, ya sea para ser captada por el ojo o para interactuar con diferentes materiales.</p> <p>Categoría 3: Estos estudiantes hacen alusión a la reflexión de los colores, de los tres grupos uno de ellos relaciona la reflexión de los colores con la luz.</p> <p>Categoría 4: Uno de los ocho grupos relaciona la luz y el color de acuerdo a diferentes tipos de materiales.</p> <p>Categoría 5: La mitad de los estudiantes emplean la luz para basarse en sus diferentes explicaciones, ya sea para ser percibida por el ojo o para caracterizar los colores.</p>	<p>Muchas de las explicaciones de los estudiantes se basan en la capacidad del ojo de acuerdo a su estructura biológica para observar diferentes colores; también se puede concluir que los estudiantes utilizan términos como “refleje” o “refracte”, sin explicar en detalle cómo se da este proceso, de ello se puede afirmar que han escuchado, leído o comentado alguno de estos argumentos sin entender en detalle lo sucedido.</p> <p>Una pequeña parte del grupo describió las cualidades del color en términos artísticos, sin embargo.</p> <p>Algunos estudiantes afirmaron que la frecuencia era la causa por la que se diferencian los colores, sin embargo es evidente que ellos no comprenden a que alude esto.</p>	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>los ojos Por la luz que le de al objeto”</p> <p>R10: “Porque poseo bacilos y bastones en mis globos oculares que me permiten diferenciar los diferentes colores de entre los espectros del ambiente”.</p>			
P2: ¿Qué se necesita para ver un objeto?	Establecer los elementos fundamentales que hacen posible la visión: ojo, luz y objeto	<p>“Luz, retina, iris y las demás partes del ojo”.</p> <p>“la habilidad o función visual. Y una fugaz luz”.</p> <p>“la luz es necesaria ya que se refleja en los objetos y lo puede percibir los ojos”.</p> <p>“el objeto, luz, conos y bastones del ojo”.</p> <p>“Luz, ojos, objeto”.</p> <p>“Luz, objeto y ojos XD”.</p> <p>“El sentido de la vista optimo”.</p> <p>“Para ver un objeto se necesita diferenciar contornos”</p> <p>“Que halla luz, por los ojos y tener el objeto al cual llegue la luz”</p> <p>“una correcta iluminación, no se ve nada en la oscuridad y por su supuesto, un objeto frente a los ojos”.</p>	<p>Categoría 1: La mitad de los estudiantes manifiesta que para ver un objeto se necesita: la luz, el ojo y un objeto.</p> <p>Categoría 2: Una quinta parte de los estudiantes manifiesta que para ver un objeto se necesita la luz y el ojo.</p> <p>Categoría 3: Un grupo de los estudiantes reconoce únicamente la luz como elemento para ver un objeto.</p> <p>Categoría 4: Una mínima parte de los estudiantes considera solamente el ojo como herramienta para ver uno objeto.</p> <p>Categoría 5: Una minoría de los estudiantes se refiere a la capacidad del ojo para reconocer un espacio tridimensional como la necesidad de ver un objeto.</p>	<p>En el transcurso del desarrollo de la pregunta, se notó gran duda con respecto a lo que respondían, pues parecía muy obvio pero los estudiantes pretendían responder algo más elaborado, esto se evidencia en que algunos grupos además de enunciar los elementos tratan de explicar en detalle el proceso de la visión. Otros estudiantes enunciaron algunas partes del ojo para sustentar sus respuestas, sin embargo se evidencia que a pesar de nombrar algunas, no conocen sus funciones; es interesante ver que un grupo intenta explicar la relación luz, ojo objeto, destacando que es necesario que llegue la luz a éste.</p> <p>Para los estudiantes es complicado detallar que además de sus ojos existen otros elementos por los cuales se hace posible la visión, por ello destacan el papel del ojo y dan prioridad a ello, tanto así que un grupo menciona que “diferenciar contornos” hace posible la visión, esta respuesta que no es muy común parece relacionarse con la reflexión difusa y sus ejemplos, que pueden</p>	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
				encontrarse en los libros de texto como observar las superficies de un objeto.	
P3: ¿Por qué puedes diferenciar los diferentes colores?	Conocer las ideas de los estudiantes respecto a la visión de los colores	<p>“porque tienen diferentes tonos y matices”.</p> <p>“Por el iris”.</p> <p>“por la diferente composición de los colores, también por los diferentes químicos que se encuentran en la elaboración de diferentes pinturas”.</p> <p>“por la cantidad de luz que cada zona del cuadro refleja y absorbe”.</p> <p>“Porque cada color tiene su frecuencia, también por la interacción que hay entre las pigmentaciones y características del color con la luz”.</p> <p>“Porque nuestros ojos tienen la capacidad de reconocer millones de colores”.</p> <p>“Por la luz del espacio”</p> <p>“Porque son colores con alto contraste”.</p> <p>“Por la frecuencia de los colores”</p> <p>“los colores son gamas de diferente frecuencia que provienen del halo de la luz, se diferencian porque biológicamente somos capaces de separar las gamas de la luz”</p>	<p>Categoría 1: Un poco menos de la mitad de los estudiantes afirman que pueden diferenciar los colores porque estos tienen diferente frecuencia o cantidad de luz.</p> <p>Categoría 2: Una quinta parte de los estudiantes describen los colores diferenciándolos por sus cualidades, como: tono, matiz, contraste.</p> <p>Categoría 3: Otra quinta parte de los estudiantes aluden al ojo y algunas de sus partes el hecho de diferenciar diferentes colores.</p> <p>Categoría 4: Unos cuantos estudiantes afirman que los colores se diferencian por su composición química en la pintura.</p> <p>Categoría 5: Una pequeña parte de los estudiantes manifiesta que se pueden diferenciar los colores por la frecuencia (relacionada con la luz) y el ojo, encargado de separar “gamas de luz”.</p>		
P4: ¿Cómo explicas que se observe el rostro de venus en el	Identificar a través de la experiencia sensible una explicación basada en algún principio físico	<p>“los espejos permiten que la imagen se refleje con ayuda de la luz”.</p> <p>“Por que la pintura simula un espejo, en donde intervienen rayos</p>		Es de notar que los estudiantes basan sus explicaciones en algo que es escuchado en la cotidianidad como: “Los espejos reflejan”, así mismo se	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
recuadro?	que explique la visión de una imagen en el espejo	<p>de luz y una perspectiva con recta”</p> <p>“por la reflexión de luz que hay en el espejo y el ángulo de el espejo el cual nos da la imagen directa a la cara de venus”.</p> <p>“esto se explica por el efecto de reflexión del espejo y el ángulo con el cual cupido sostiene en espejo”</p> <p>“Por la refracción de la luz en el espejo y la interacción con el objeto”.</p> <p>“Esto se debe a las propiedades de reflexión de los espejos”.</p> <p>“por que se refleja la luz”</p> <p>“Por el reflejo de la luz en el espejo”</p> <p>“por el ángulo de Por la luz, por el reflejo que da la luz en el espejo”.</p> <p>“es un reflejo de la imagen en el espejo”.</p>		<p>evidencia que los estudiantes no saben en detalle a que se refiere esa afirmación.</p> <p>Además, un poco más de la tercera parte de los estudiantes afirma que el observador (que en este caso es el que está frente a la pintura) puede ver el rostro de venus por el ángulo de inclinación del espejo, mas no conocen la construcción geométrica de ello.</p> <p>Muchos de los estudiantes toman un hecho en que la luz se refleje en el espejo, pero no lo relacionan con el objeto que se refleja, los estudiantes que lo hicieron ...</p>	
P5: ¿De qué manera puedes ver tu imagen en el espejo?	Que los estudiantes enuncien dicho principio basado en bases geométricas	<p>R1: “la luz llega al espejo se refleja, luego llega a nuestros ojos y así podemos ver nuestro reflejo en el espejo”.</p> <p>“La imagen que se ve en el espejo es la luz que se refleja en este”.</p> <p>“Para percibir mi imagen en un espejo es necesaria la reflexión de la luz en este mismo”.</p> <p>“La luz que reflejamos rebota en la</p>	<p>Categoría 1: La mitad del grupo de estudiantes afirma que el proceso por el cual es posible observar una imagen en el espejo se debe a que la luz se refleja en el espejo (reflexión de la luz).</p> <p>Categoría 2: Dos grupos de estudiantes explica que la luz que refleja el cuerpo rebota en la superficie del espejo y esto hace posible la visión de la imagen en éste, por lo cual esta imagen se proyecta.</p>	<p>Los estudiantes enuncian el principio de reflexión de la luz como causa de observar una imagen en el espejo, lo que alcanzan a comprender los estudiantes respecto a esto es que la luz, o los modelos de rayos de luz al incidir en un espejo, “rebotan”, sin embargo no lo relacionan con el objeto que se encuentra frente al espejo.</p> <p>Un grupo de estudiantes explico</p>	<p>Se concluye que la formulación de la pregunta conduce a la respuesta de un grupo que afirma: “Poniéndome enfrente del espejo”. La preposición “como” conduce a una acción. Entonces es pertinente reformular la</p>

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>superficie del espejo y esto es lo que vemos”.</p> <p>“Nos podemos ver en un espejo por el reflejo que causa la luz en este y la interacción que hay con el objeto”.</p> <p>“Poniendome enfrente del espejo”.</p> <p>“Por que Primero que todo tenemos un reflejo que muestra con ayuda de la luz que golpea en nosotros reflejándolo en el espejo. Y att: Zanko. Se devuelve a los ojos”.</p> <p>“los reflejos de la luz, sobre la lamina de vidrio proyectan una imagen”</p>	<p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes afirma que para ver su imagen en el espejo es necesario ponerse en frente de este.</p> <p>Categoría 4: Un grupo de estudiantes no solo afirma que la luz se refleja, sino también que existe una interacción con el objeto.</p>	<p>de una manera más comprensible el hecho de ver nuestra propia imagen en el espejo, pues se resalta que este grupo comprende que un cuerpo refleja luz, punto clave para comprender diferentes fenómenos de la óptica geométrica, también se pudo evidenciar de esta explicación que este grupo no usó la palabra “refleja” o “reflexión”, pues para ellos la palabra “rebota” es más comprendida en su cotidianidad y de esta manera entienden lo que sucede con los rayos de luz cuando hace contacto con la superficie del espejo.</p> <p>También se concluye de las explicaciones de los estudiantes que algunos mencionan que existe una interacción con el objeto pero les es complicado relacionarlo con la luz y su incidencia en el espejo.</p> <p>Finalmente se puede ver que a pesar de que en un principio basaban sus explicaciones en la capacidad y estructura del ojo, para el fenómeno de reflexión no hacen una relación de este.</p>	pregunta.
P6: ¿Qué puedes concluir respecto a la percepción de los objetos y los diferentes colores?	Realizar una conclusión propia que destaque lo más significativo en la actividad anterior	<p>“Por medio de la luz podemos ver los objetos y al reflejarse en un espejo podemos vernos, además diferenciamos los colores dependiendo de los tonos y matices”.</p> <p>“Que son ilusiones que están en conjunto con la vista y la luz”.</p>	<p>Categoría 1: Un poco más de la mitad de los estudiantes reconoce que la luz es muy importante en el acto de ver colores u objetos</p> <p>Categoría 2: Una pequeña parte de los estudiantes concluye la importancia de la luz para diferenciar los colores.</p>	<p>Se reconoce que los estudiantes han reflexionado hasta el momento de la importancia de la luz para observar los objetos y los colores; sin embargo, se observan algunos puntos de vista más allá de lo observable, algunas opiniones personales de su manera de ver el mundo.</p>	Es necesario omitir esta pregunta porque no tiene una intención concreta y además porque la palabra “percepción” tiene un significado diferente

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“Podemos concluir que la luz es esencial para la percepción de los objetos y diferentes colores”</p> <p>“Los objetos no tienen luz propia y reflejan en diferentes cantidades la cantidad de luz que les llega, dependiendo de esta cantidad de luz existen diferentes colores”.</p> <p>“Que la luz en cierta forma modele nuestra realidad y al mundo en sí”.</p> <p>“Que el ojo humano tiene la facultad de percibir varias gamas de color para poder diferenciar los objetos”.</p> <p>“Para ver los objetos debe haber luz. puesto que la si uno ve un objeto , esto quiere decir que la luz se ha reflejado en nuestros ojos para así poder verlo como una imagen”.</p> <p>“Que dependen indistintamente de la percepción de la luz”</p>	<p>Categoría 3: Un pequeño grupo de estudiantes considera que el acto de ver no es real y está relacionado con la luz y el ojo.</p> <p>Categoría 4: Un grupo de estudiantes concluye que es posible ver un objeto por la cantidad de luz que incide en ellos.</p> <p>Categoría 5: Un mínima parte de los estudiantes concluye que el ojo y sus características biológicas son importantes en el acto de ver.</p>	<p>También se reconoce en sus explicaciones que para ellos no es clara la relación que existe entre la luz y los colores. Por otra parte, algunos estudiantes mantienen su punto de vista inicial en el que el ojo y su estructura biológica es un factor determinante para ver.</p>	<p>dependiendo del contexto.</p>
Momento 2					
P7: ¿Cómo viaja esa información?	<p>Establecer que para que una información llegue a su objetivo es necesario que se lleve a cabo un proceso y para que llegue a la distancia más corta es necesario que viaje en línea recta.</p>	<p>“la manera más rápida es lineal ya que nuestro cerebro lo percibe de esa manera”.</p> <p>“viaja de forma circular”</p> <p>“Para que esta información llegue a su objetivo es necesario que se lleve a cabo un proceso”.</p> <p>“para que sea más rápido debe viajar en línea recta”.</p> <p>“La luz viaja a través de varios puntos para llegar a un punto final”.</p>	<p>Categoría 1: Un grupo de estudiantes considera que la información debe viajar linealmente, haciendo una analogía con la luz como que nuestro cerebro lo percibe de esa manera</p> <p>Categoría 2: Un grupo de estudiantes enuncia que la información viaja de forma circular</p> <p>Categoría 3: Tres grupos(un poco menos de la mitad) de estudiantes hace referencia a la manera como viaja la información como un proceso que debe llevarse a cabo o viajar a través de</p>	<p>Para algunos estudiantes fue posible mediante esta analogía el pensar cómo sería este proceso en el caso de la luz, también tuvieron un punto muy importante y es que ellos entendieron que para que la información llegue de un punto a otro debe pasar por diferentes puntos y no es algo inmediato, de acuerdo a la dinámica de la actividad. Un grupo de estudiantes enuncia que es de forma circular, esto se debe a que la actividad se inició</p>	<p>La pregunta no era pertinente en ese momento de la actividad, además suele ser muy general. Es necesario cambiarla.</p>

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“en varias líneas alrededor de nosotros directas e indirectas”</p> <p>“Para en distintas partes para llegar a un punto final”.</p> <p>“a través de la mesa”</p>	<p>varios puntos para que logre llegar a su objetivo.</p> <p>Categoría 4: Un grupo de estudiantes enuncia que la información viaja a través de la mesa.</p>	<p>organizando los grupos de esta manera.</p>	
<p>P8: ¿Cuál es el camino más corto para que el mensaje llegue en el menor tiempo?</p>	<p>Establecer que para que la información viaje en el menor tiempo de un punto a otro, debe ser lineal.</p>	<p>“el camino más corto es en línea recta (lineal)”.</p> <p>“que pase de frente”.</p> <p>“El camino mas corto es que la información llegue directamente al objetivo sin llevar a cabo un proceso”.</p> <p>“en línea recta, directamente desde la primera persona hasta la última pasando por menos personas”</p> <p>“En línea recta”</p> <p>“el camino mas corto es el directo cuando es de uno a otro inmediatamente”</p> <p>“Directamente, siendo más específico en línea recta”.</p> <p>“en línea recta”</p>	<p>Categoría 1: La mitad de los estudiantes afirma que la manera más corta para hacer llegar la información es en línea recta.</p> <p>Categoría 2: Un poco menos de la mitad de los estudiantes enuncia que la manera que llegue la información en el menor tiempo debe ser inmediato</p> <p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes enuncia que el camino más corto es directo, sin llevar a cabo un proceso.</p>	<p>Gran parte de la información los estudiantes comprendieron mediante esta analogía que el camino mas corto de todos los posibles para que la información llegue a su objetivo es en línea recta, esta actividad les permitió también considerar que así pasaría la información por un menor número de estudiantes. Pues se evidencia que la diferencia entre “menor distancia” a “menor tiempo” es fundamental a la hora de comprender este proceso, pues algunos estudiantes hace referencia a que debe ser “inmediatamente”, relacionándolo desde su punto de vista con el tiempo, sin embargo esto necesita ser cuestionado, pues para ellos lo inmediato es lo más rápido que puede suceder, sin tener en cuenta que aún debe haber distancia de por medio.</p>	<p>Se cambia la pregunta porque a veces suelen parecer muy complicadas y se pueden expresar de una manera más simple hacia el estudiante.</p>

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
P 9: En el caso de la luz, ¿De qué manera viaja?	Relacionar las ideas de la analogía para explicar el comportamiento de la luz.	<p>“de manera lineal, nuestro cerebro lo percibe así”.</p> <p>“Viaja de forma lineal”.</p> <p>“Es el proceso que viaja de manera directa y de la forma más rápida existente”</p> <p>“en movimiento rectilíneo por el camino más corto”.</p> <p>“La luz viaja de manera lineal no importa la dirección esta se refleja y se manifiesta desde diferentes puntos”.</p> <p>“En línea recta”.</p> <p>“Viaja en forma líneas reflejando diferente desde cualquier punto”.</p> <p>“en línea recta, unidireccionalmente”.</p>	<p>Categoría 1: La gran mayoría de los estudiantes describen la forma en que viaja la luz como lineal.</p> <p>Categoría 2: Un grupo de estudiantes explica que la luz viaja en línea recta porque es el camino más corto.</p> <p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes afirma que la luz viaja directamente y muy rápido.</p>	<p>Es de notar que la forma en que está planteada la pregunta conduce a que el estudiante responda que la luz viaja en línea recta, como lo hicieron casi todos. Sin embargo un grupo da una explicación para esta afirmación de acuerdo a lo establecido en la actividad, afirmando que lo hace así porque es el camino más corto, esto demuestra que no se trata solamente de afirmar algo si se conoce el porqué de ello. Por otra parte es evidente la confusión de un mínima parte de los estudiantes cuando responden que la luz viaja de manera directa y de la forma más rápida. Esto demuestra que no entendieron la intención de la actividad y por otra parte, responden de acuerdo a lo que escuchan, sabiendo que la luz viaja a una gran velocidad. Si la luz viajara directamente no tendría rapidez. Nada es directo, todo requiere un proceso.</p>	<p>Como ha sucedido con algunas preguntas, el preguntar “De qué manera” conduce a responder que la luz viaja en línea recta sin describir con más detalle cómo se da este proceso, pues lo que se pretendía era que el estudiante describiera de una manera más detallada</p>
P 10: ¿En qué dirección?	Establecer que la luz viaja del objeto al ojo.	“lineal”.	Categoría 1: Aproximadamente una tercera parte de los estudiantes afirma	Se evidencia que los estudiantes en esta etapa del proceso no	Se considera que no es oportuno

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“lineal”</p> <p>“La luz viaja en línea recta”</p> <p>“en línea recta desde la fuente en todas las direcciones”.</p> <p>“Dependiendo desde su enfoque”.</p> <p>“en todas las direcciones”</p> <p>“en todas dependiendo de donde se mire”</p> <p>“del foco al espacio”</p>	<p>que la luz viaja en línea recta.</p> <p>Categoría 2: Una cuarta parte de los estudiantes afirma que la luz viaja en todas las direcciones.</p> <p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes afirma que la luz viaja desde la fuente en línea recta hacia todas las direcciones.</p> <p>Categoría 4: Un grupo afirma que la luz viaja del foco al espacio.</p>	<p>cuentan con las comprensiones necesarias para responder en que dirección viaja la luz, entonces la pregunta no es apropiada para esta etapa del proceso. Por otra parte algunos de los estudiantes que afirman que la luz viaja en todas las direcciones lo hacen tomando en cuenta que cuando se paran en cualquier punto del espacio reciben luz, además toman en cuenta que es necesaria una fuente de luz.</p>	<p>preguntar en qué dirección viaja la luz, por lo tanto esta pregunta se omite en esta etapa y retomarla más adelante.</p>
P 11: Dibuja en el recuadro, análogo a la actividad anterior, como se hace posible ver un objeto y los elementos involucrados en dicho proceso.	Mostrar gráficamente una descripción de la forma en que viaja la luz.	Ver anexo 4			
Momento 3					
P 12: ¿Qué sucede si cambias la posición de algunas cartulinas?	Reconocer a través de este experiencia que de esta manera no es posible ver el objeto	<p>“No sucede nada, la imagen se ve igual (la llama”.</p> <p>“Se vé la misma incandescencia”</p> <p>“Se desenfoca la llama”</p> <p>“No cambia nada, se ve igual”</p> <p>“Cambia la imagen de la vela, y en algunas posiciones la vela no se vé”.</p>	<p>Categoría 1: Más de la mitad de los estudiantes afirma que no pasa nada y que se ve de la misma manera al cambiar la posición de las cartulinas.</p> <p>Categoría 2: Una tercera parte de los estudiantes observa que no se puede ver la imagen al cambiar la posición de las cartulinas.</p>	<p>Las condiciones de esta experiencia no fueron las adecuadas para que los estudiantes pudiesen observar lo que se pretendía, por eso fueron muy pocos los que reconocieron que no se observaba la llama. La condición para que se unieran los agujeros de las cartulinas eran a través de un pita, de esta forma, los agujeros permanecían fijos y por eso los estudiantes entendieron que se</p>	<p>Es necesario cambiar el montaje, por uno donde las cartulinas permanezcan fijadas mediante una base.</p>

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		“lo mismo”		debía cambiar la posición a través de la cuerda, lo cual conduce a afirmar que se sigue viendo la llama.	
P 13: ¿De qué manera se deben colocar los agujeros para que la luz de la fuente llegue a tu ojo?	Establecer que los agujeros deben alinearse para que sea posible que la luz llegue al ojo.	<p>“lineales”</p> <p>“de forma lineal”</p> <p>“Se tienen que alinear todos los agujeros de las cartulinas para que se enfoque la imagen”.</p> <p>“Hay que ponerlas alineadas, en línea recta”.</p> <p>“de manera que todos los ángulos y luz lleguen al ojo”</p> <p>“Línea recta, diagonal desde el objeto hacia arriba”.</p>	<p>Categoría 1: La mayoría de los estudiantes propone que los agujeros de las cartulinas deben colocarse alineados (o lineales).</p> <p>Categoría 2: Un grupo de estudiantes no especifica cómo debe ubicarse los agujeros de las cartulinas.</p> <p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes además afirma que los agujeros de las cartulinas deben ubicarse linealmente, añade que puede ser diagonal y desde el objeto.</p>	Casi todos los estudiantes coinciden en que la única manera de ver la luz es ubicar los agujeros linealmente, sin embargo un grupo no realiza una descripción de la acción sino toma como objetivo que la luz debe llegar al ojo. Esto pone de manifiesto que para ellos no fue clara la actividad y tuvieron dificultades en cuanto a la realización de la experiencia.	
P 14: Para concluir, ¿Qué camino traza la luz y cómo se comporta?	Realizar una descripción detallada de la forma en que viaja la luz tomando elementos de las actividades realizadas anteriormente.	<p>“traza un camino vertical, lineal o recto, y tiene un proceso para llegar al ojo”.</p> <p>“traza un camino lineal o recto, tiene un proceso para llegar al otro punto”.</p> <p>“traza un camino recto donde es incapaz de rodear los obstáculos lo contrario del sonido”</p> <p>“La luz traza una línea recta, y su reflejo se comporta de la misma manera”.</p> <p>“En línea recta, como onda o como partícula”.</p>	<p>Categoría 1: La mitad de los estudiantes afirma que la luz sigue un camino recto, donde debe haber un proceso para que llegue a otro punto o al ojo.</p> <p>Categoría 2: Un grupo de estudiantes afirma que la luz viaja en línea recta, donde no rodea obstáculos.</p> <p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes afirma que la luz viaja en línea recta y que se refleja.</p> <p>Categoría 4: Un grupo de estudiantes describe a la luz como una onda o partícula que traza un camino recto.</p>	<p>La mitad de los estudiantes toma en cuenta las actividades realizadas en clase, donde se destaca la analogía y las preguntas que condujeron a establecer que se debe tomar en cuenta el objeto y la fuente.</p> <p>Un grupo de estudiantes toma en cuenta las reflexiones del primer momento, para tener en cuenta que en el caso de la reflexión de la luz, también viaja en línea recta.</p> <p>Por otra parte, la otra mitad de los estudiantes no basa sus conclusiones en las actividades sino en explicaciones que probablemente han escuchado o leído de otras fuentes. Como por ejemplo la analogía con el sonido y el comportamiento de la luz como onda o partícula.</p>	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
Momento 4					
P15: ¿Puedes dar algunos ejemplos en los cuales se pueda evidenciar el camino que sigue la luz?	Manifiestar algún ejemplo de su cotidianidad donde observe que la luz se propaga en línea recta.	<p>Al cruzar los rayos de luz un objeto se forma una sombra que evidencia la dirección que llevan los rayos de luz”.</p> <p>“Al cruzar los rayos de luz un objeto, se forma la sombra que evidencia la dirección que llevan los rayos de luz”.</p> <p>“Como la luz es linear o recta se ve la silueta de las cosas como las rejjas”.</p> <p>“La luz sigue un camino resto a menos que se encuentre con un objeto en el camino. Cuando hace sol, los rayos se comportan de esta manera”.</p> <p>“Entre la rejilla de techo y el suelo, y en la ventana”.</p>	<p>Categoría 1: Un grupo de estudiantes ejemplifica los rayos de luz del Sol como evidencia de que la luz sigue un camino recto.</p> <p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes afirma que la luz sigue un camino recto.</p>	Es de notar que en esta etapa de la actividad los estudiantes no estaban motivados a cuestionarse o discutir las preguntas planteadas, algunos se copiaban de las respuestas de otros compañeros. Todos los estudiantes toman como ejemplo la imagen propuesta pero no describen la manera en que se forma la sombra de un objeto a partir del camino recto que sigue la luz.	
P16: ¿Qué observas cuando la luz no pasa a través de un objeto?	Se pretende que a través de la formación de una sombra, los estudiantes expliquen la formación de ésta desde el principio de propagación rectilínea.	<p>“Que no se forma sombra, por tanto no se puede evidenciar la dirección”.</p> <p>“que no se forma sombra, por tanto no se puede evidenciar la dirección”</p> <p>“Cuando la luz no pasa atraviesa un objeto da como resultado la sombra”.</p> <p>“Sigue una línea recta, y así mismo deja su rastro”.</p> <p>“hay una sombra y solo se ve la luz de los objetos”</p>	<p>Categoría 1: Un poco menos de la mitad de los estudiantes afirma que si la luz no pasa a través de un objeto no se puede formar una sombra.</p> <p>Categoría 2: Un poco menos de la mitad de los estudiantes afirma que se observa la sombra y un grupo añade que se ve la luz de los objetos.</p> <p>Categoría 3: Un grupo de estudiantes afirma que la luz sigue una línea recta.</p>	Las respuestas de algunos estudiantes son evidentes respecto a la relación luz y sombra. Lo cual les permitió reconocer que la sombra se forma porque tiene alguna relación con la luz. Por otra parte, se evidencia que los estudiantes respondían con otro tipo de afirmaciones al no comprender la pregunta en esta situación.	La pregunta estuvo mal orientada, por lo tanto no satisface la intención. Es necesario modificarla.

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
Momento 5					
P 17: ¿De qué manera concebían los griegos la forma como viaja la luz?	Comparar las distintas teorías de los griegos acerca de como vemos.	<p>“los griegos pensaban más bien que consistía en el eco o algo similar como un sonar”</p> <p>“Ellos creían que o el objeto o el ojo desprendían algo que permitía que el objeto fuera visto por el ojo”</p> <p>“pensaban que era parecido al sonido”</p> <p>“que debe desprenderse algo de las imágenes o del objeto”</p> <p>“La luz viaja en línea recta porque es el camino mas corto”</p>	<p>Un poco menos de la mitad de los estudiantes concluyen que los griegos relacionaban el acto de ver, análogo al sonido.</p> <p>Un poco menos de la mitad de los estudiantes conciben las ideas de los griegos de acuerdo a la explicación atomista.</p> <p>Una minoría de los estudiantes relaciona las concepciones de los griegos con el camino recto que sigue la luz.</p>	<p>El objetivo de esta pregunta era saber si el estudiante comprendía la historieta y podía reconocer que los griegos no tomaban en cuenta la luz, sino que utilizaban modelos de rayos para sus explicaciones. Los estudiantes no lo tomaron en cuenta y resumen las explicaciones de los griegos en relación a las analogías que hacían con el sonido, sin tener en cuenta la intención de la pregunta; dando por entendido que los griegos involucraban la luz en el acto de ver.</p> <p>Una pequeña parte de los estudiantes entendieron la pregunta y asociaron la forma como viaja la luz con el camino mas corto, expuesto por Hero...</p>	
P 18: ¿A qué crees que se refiere Aristóteles en la primera parte?	Identificar la importancia de la luz en el fenómeno de la visión.	<p>“Aristoteles se refiere a algo que haga posible la vision que en este caso es la luz”</p> <p>“A la luz”</p> <p>“Debe ser la luz, diferente al sonido”</p> <p>“la luz, porque no se puede ver en la oscuridad”</p> <p>“Algo que no es el objeto ni el ojo”</p> <p>“a la luz”</p>	<p>La gran mayoría de los estudiantes identificaron que Aristóteles se refiere a la luz en la primera parte.</p> <p>Una minoría de los estudiantes no especifica a que se refiere Aristoteles en la primera parte.</p>	<p>Fué muy evidente para casi todos los estudiantes que Aristoteles se refiere a la luz. Este punto es de gran importancia para reconocer que los griegos la tomaban en cuenta; sin embargo los estudiantes se limitaron a responder, sin resaltar ningún punto en este caso.</p>	
P 19: ¿Qué papel juega la luz en el fenómeno de la visión?	Resaltar el papel fundamental y determinante en el fenómeno de la visión.	<p>“Es la que permite que el objeto se refleje y se pueda distinguir o persivir”.</p> <p>“Es la que permite que el ojo forme la imagen de objeto, además de</p>	<p>Un poco menos de la mitad de los estudiantes afirma que la luz es la que hace posible la visión.</p> <p>Una pequeña parte de los estudiantes involucra el papel de la luz con el ojo.</p>	<p>Cabe resaltar que una parte considerable de estudiantes afirma de una manera mas general el acto de ver, de acuerdo a las reflexiones al inicio de la estrategia donde esto</p>	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		colores” “Es la que hace posible la vision” “es lo mas importante para que podamos ver” “Es lo que hace que se puedan ver diferentes colores” “ ”	Una pequeña parte de los estudiantes asocia la luz con la visión de los objetos. Una pequeña parte de los estudiantes relaciona la luz con la visión de los colores.	involucra tres elementos: ojo, luz y objeto. Mientras que los estudiantes que relacionan la luz con el ojo, mantienen su perspectiva inicial donde basan sus explicaciones desde su punto de vista, sin involucrar otros elementos fuera de su propia perspectiva. Contrario a los estudiantes que lo asocian a la visión de los objetos o los colores, donde no toman en cuenta donde se involucran.	
P 20: ¿Qué pasa con los rayos de luz en los espejos?	Identificar la reflexión de la luz	“la onda hace reflaxión de todos los matices delante de este objeto dando como resultado la imagen interpuesta ante él”. “Se reflejan, y así es que se forma la imagen”. “los rayos chocan”	La mitad de los estudiantes no participaron en el desarrollo de esta pregunta. Una pequeña parte de los estudiantes menciona la “reflexión” en los espejos. Una minoría de los estudiantes afirma que los rayos chocan en el espejo. Una parte de los estudiantes describe la luz como una onda...	Ninguno de los estudiantes toma en cuenta la historieta cuando responde la pregunta, evidenciándose en sus explicaciones utilizando términos como reflejan y concibiendo a la luz como onda.	
Segunda fase					
Momento 1					
Registro de datos					
P 21: Medir el ángulo incidente y el ángulo reflejado para cada caso	Realizar la medición experimental donde se observe que el ángulo incidente y el ángulo reflejado son de igual medida para todos los casos	1. iguales 2. iguales 3. iguales 4.iguales 5.iguales 6.iguales 7.iguales 8. iguales 9.iguales 10.iguales 11. iguales 12. Las medidas de los ángulos no coinciden 13. Iguales	Categoría 1: Casi todos los estudiantes coincidieron en las medidas de los ángulos incidente y reflejado, donde la medida para cada caso fue la misma en los dos ángulos. Categoría 2: Un estudiante evidencia en sus mediciones que los ángulos son diferentes en todos los casos.	Previamente a la actividad, se explicó a cada uno de los grupos de estudiantes como se realizaban las mediciones y que consideraciones deberían tener. En esta experiencia, los estudiantes se mostraron muy motivados y realizaron las mediciones correctamente. Sin embargo, un estudiante no realizó las mediciones correctamente, esto probablemente se debe a que el disco giratorio estaba marcado	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		14. iguales 15. iguales		con los ángulos de 0° a 360° y los estudiantes debían medir los ángulos sin tomar en cuenta los valores que ya estaban escritos en el disco.	
P 22: ¿Cómo son los ángulos incidentes y los ángulos reflejados en cada caso?	Concluir que los ángulos incidente y reflejado son iguales para todos los casos.	<p>“Son iguales respecto a la normal”</p> <p>“los ángulos incidentes y los reflejados con directamente proporcionales, son iguales”</p> <p>“iguales”</p> <p>“los angulos crecen o disminuyen directamente proporcional”</p> <p>“Son iguales, es decir, son tienen la misma medida”</p> <p>“Son directamente proporcionales”</p> <p>“el angulo de incidencia va ligado al angulo de reflexion de acuerdo a la perpendicular, reflejando a la misma distancia desde la perpendicular”</p> <p>“son iguales”</p> <p>“Los angulos incidentes y los angulos reflejados son sin esepcion iguales”</p> <p>“Los angulos incidentes y los angulos reflejados son los que tienen la misma medida sexagesimal con respecto al angulo de diferencia”</p> <p>“Tienen la misma proporción respecto a la línea normal de 90°”</p>	Categoría 1: Todos los estudiantes afirman en sus propias palabras que el ángulo de incidencia es igual al ángulo reflejado para todos los casos.	De una u otra manera, los estudiantes llegaron a la conclusión de que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Manifestando relaciones de proporcionalidad e igualdad. Lo manifestaron en palabras y en símbolos.	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“Los angulos son iguales a los incidentes por que se reflejan”</p> <p>“El angulo de incidente va ligado al angulo de reflexion”</p>			
P 23: ¿Qué sucede si apuntas el haz de luz perpendicular al espejo?	Comprobar experimentalmente que cuando la luz incide perpendicular a un espejo rebota en dirección opuesta y perpendicular al espejo.	<p>“Refleja un rayo hacia el mismo punto desde donde se apunta originalmente”</p> <p>“se refleja en el angulo normal”</p> <p>“se refleja asi mismo”</p> <p>“se refleja unicamente en el angulo normal”</p> <p>“no sucede nada, simplemente se refleja asi mismo”</p> <p>“Se refleja en el angulo normal”</p> <p>“Ya que el laser esta a 0° de la perpendicular, el angulo de incidencia es 0° por lo tanto el de reflexion tambien”</p> <p>“Se refleja el mismo angulo”</p> <p>“Se refleja a si mismo por lo cual la luzde incidencia se confunde con el reflejo”</p> <p>“La luz se refleja dentro del mismo angulo dependiendo desde donde tengamos la luz”</p> <p>“El reflejo queda en el mismo angulo que la luz que se proyecta en el espejo”</p> <p>“No se refleja el laser”</p>	Categoría 1: Todos los estudiantes afirman en sus propias palabras que el rayo reflejado se refleja perpendicular al espejo y en el mismo ángulo que el rayo incidente.	Los análisis de los estudiantes van de acuerdo a sus observaciones, concluyendo que para este caso también se cumple la ley de reflexión.	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“Se refleja en la misma direccion, rebota la onda y es de 0°”</p> <p>“Son iguales respecto a la normal”</p> <p>“Angulo1 = Angulo2”</p> <p>“la relación entre los dos angulos son iguales”</p> <p>“Ai = Ar”</p> <p>“son de igual medida y son la reflexion de si mismo”</p> <p>“Ar = Ai”</p> <p>“Los dos tipos de ángulos son directamente proporcionales , ya que uno depende del otro y siempre van a ser el mismo a = a”</p> <p>“Son iguales”</p> <p>“$\theta_1 = \theta_2$”</p> <p>“Los dos tipos de angulos son directamente proporcionales ya que uno depende del otro a = a”</p> <p>“ “</p> <p>“- hace un dibujo “El angulo de incidencia son directamente proporcional al de reflexion a = a”</p>	<p>La gran mayoría de los estudiantes afirma el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son iguales</p>	<p>Todos los estudiantes encontraron una relación precisa de acuerdo a las medidas del ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión. En cuanto a las respuestas, algunos lo manifestaron con símbolos o palabras, incluso con dibujos y establecen proporcionalidad para todos los casos. En algunos casos tomaron como referente la línea normal, pues vale la pena mencionar que en clase se estableció esta como referente.</p>	
Momento 2					
Construcción geométrica de la imagen en un espejo					
P 25: ¿Qué relación existe entre la posición del	La distancia de la imagen y el objeto respecto al espejo son iguales.	“el objeto es el mismo pero la distancia del espejo al segundo objeto puede que sea diferente”		La actitud frente a esta actividad fue bastante desinteresada y esto se evidencia en sus respuestas y poca participación. Los	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“Ley de reflexion”</p> <p>“por la ley de la reflexión”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p>			
P 27: Mira tu imagen reflejada en un espejo, ¿Es realmente un dibujo exacto tuyo?	Si	<p>“en mi forma de pensar si es exacto”</p> <p>“si”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“Si”</p> <p>“ ”</p> <p>“Supongo que si”</p> <p>“no”</p> <p>“ “</p> <p>“si es igual”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p>	<p>Categoría 1: Más de la mitad de los estudiantes no participaron en la actividad.</p> <p>Categoría 2: Un poco menos de la mitad de los estudiantes dice que la imagen que se observa en el espejo si es un dibujo exacto.</p>	Los estudiantes que respondieron a esta pregunta la afirman. Esto es claro para ellos porque en su cotidianidad se observan en un espejo.	La pregunta 27 a la 31 son tipos de preguntas de las que no se puede evidenciar lo comprendido, pues son situaciones de las que dan cuenta la experiencia. Sería más interesante preguntar el porqué sucede esto. Para este tipo de preguntas no es necesario utilizar un concepto.
P 28: Si guiñas el ojo derecho, ¿Qué ojo guiña tu imagen?	El izquierdo	<p>“derecho izquierda”</p> <p>“izquierda”</p> <p>“el ojo izquierdo”</p> <p>“izquierdo”</p> <p>“El ojo izquierdo”</p> <p>“el izquierdo”</p> <p>“derecho”</p>	<p>Categoría 1: Un poco más de la mitad de los estudiantes no participaron en la actividad.</p> <p>Categoría 2: Una tercera parte de los estudiantes afirma que la imagen observada en un espejo guiña el ojo izquierdo.</p> <p>Categoría 3: Una mínima parte de los estudiantes afirma que la imagen observada en un espejo guiña el ojo derecho.</p>		

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		“derecho” “el ojo izquierdo” “ “ “ “ “ “ “ “ “ “			
P 29: Si tocas la oreja izquierda, ¿Qué oreja se toca tu imagen?	La derecha	“izquierda derecha” “derecha” “la oreja derecha” “derecha” “La oreja derecha” “la derecha” “izquierda” “izquierda” “la oreja derecha” “ “ “ “ “ “ “ “ “ “	Categoría 1: Un poco más de la mitad de los estudiantes no participaron en la actividad. Categoría 2: Una tercera parte de los estudiantes afirma que la imagen observada en un espejo guiñe el ojo derecho. Categoría 3: Una mínima parte de los estudiantes afirma que la imagen observada en un espejo guiñe el ojo izquierdo.		
P 30: Escribe tu nombre en mayúscula en una hoja y ponla delante del espejo, ¿Reproduce el espejo correctamente tu nombre?	No	“no” “al revez” “No porque se lee al revés” “no” “No, porque se lee al revés” “no, lo reproduce al revés”			

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“al revez”</p> <p>“no”</p> <p>“se ve al revez”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p>			
<p>P 31: Si escribes tu nombre al revés y lo pones en el espejo, ¿Cómo se ve? ¿Por qué crees que pasa esto?</p>	<p>Afirmar que efectivamente la imagen se observa al derecho</p>	<p>“esta correcto, porque refleja lo contrario”</p> <p>“correcta”</p> <p>“se puede leer correctamente”</p> <p>“se ve correcto porque la luz se refleja”</p> <p>“Se puede leer correctamente”</p> <p>“Se lee al revés, Porque la luz se refleja”</p> <p>“correcta”</p> <p>“bien”</p> <p>“se ve al derecho esto pasa por la reflexion en el espejo”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p>	<p>Categoría 1: Mas de la mitad de los estudiantes no participaron en la actividad.</p> <p>Categoría 2: Un poco menos de la mitad de los estudiantes afirma que cuando se pone el nombre al revés en un espejo, este se puede leer correctamente.</p>	<p>Nuevamente los estudiantes afirman que la luz se refleja pero no dan una explicación de dicho proceso. Esto evidencia que no hay un significado en cuanto a lo que se refiere la reflexión de la luz en los estudiantes.</p>	
Tercera Fase					
Momento I					
<p>P 32: Construcción analítica de la</p>	<p>Construir la representación de una imagen analíticamente</p>	<p>Ver anexo 4</p>		<p>Teniendo en cuenta que los estudiantes no alcanzaron sus comprensiones respecto a</p>	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
imagen en la cámara oscura	mediante el principio de propagación rectilínea de la luz para una cámara oscura.			asignarle luz a cada punto que compone el objeto, se evidencia en algunos dibujos la falta de comprensión al observar que el objeto y la imagen obtenida en la cámara oscura es igual. Otros estudiantes evidencian que la imagen es invertida.	
P 33: ¿Cómo es la imagen obtenida en la pantalla A en relación al objeto?	Dar cuenta que la imagen obtenida es invertida con respecto al objeto de acuerdo a la construcción analítica elaborada anteriormente	<p>“diferente”</p> <p>“igual”</p> <p>“al revés”</p> <p>“al contrario”</p> <p>“es la misma”</p> <p>“la imagen obtenida está al revés “</p> <p>“es invertida”</p> <p>“ “</p> <p>“Puede cambiar su tamaño con la distancia”</p> <p>“ “</p> <p>“Esta gira 180° y cambia de tamaño en relación a la distancia”</p> <p>“casi igual pero gira 180°”</p>	<p>Categoría 1: Un poco más de la mitad de los estudiantes afirma que la imagen del objeto obtenida en una cámara oscura es diferente en relación al objeto.</p> <p>Categoría 2: Una cuarta parte de los estudiantes afirma que la imagen obtenida en una cámara oscura es igual en relación al objeto.</p> <p>Categoría 3: Una cuarta parte de los estudiantes afirma que la imagen gira 180°.</p> <p>Categoría 3: Un estudiante afirma que la imagen cambia de tamaño en relación a la distancia.</p>	Algunos estudiantes alcanzaron a analizar que la imagen es invertida, sin embargo la anterior afirmación es muy diferente a afirmar que la imagen gire, sin embargo esto se puede tomar como una manera de describir la orientación inicial en relación a la imagen de la pantalla.	
Momento 2					
P 34: ¿Qué imagen observas al interior de la cámara?	Observar diferentes tipos de imágenes que den cuenta de una imagen invertida	<p>“no se ve claro, solo sombras”</p> <p>“no puedo observar una imagen”</p> <p>“solo se ve la luz”</p> <p>“no se pueden ver bien las imágenes”</p> <p>"No observo ninguna imagen”</p> <p>“No se puede ver claramente una</p>	Categoría 1: Todos los estudiantes afirman que la imagen no se puede ver claramente.		Es necesario realizar una experiencia más controlada, ya que los materiales utilizados son de bajo costo y no se puede observar una imagen claramente.

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>imagen”</p> <p>“Imágenes opacas”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p> <p>“Sombras”</p> <p>“Una imagen muy opaca”</p> <p>“no es una imagen nitida”</p>			
P 35: Describe la imagen del objeto que se forma en la cámara.	Es invertida	<p>“oscura”</p> <p>“no puedo”</p> <p>“se observa color amarillo en la parte de abajo de la camara”</p> <p>“se ven las rejas de las ventanas, pero opacas”</p> <p>“Se ve oscuro”</p> <p>“Se ve la luz y parte de la ventana”</p> <p>“Imágenes nubladas blanco y negro”</p> <p>“Sólo a parecen sombras a medida que se mueve la camara”</p> <p>“Entre mas luz, mejor se ve la imagen, se ven las rejas de las ventanas”</p> <p>“se intenta mostrar una imagen pero es muy opaco”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p>			
P 36: Coloca	Observar que la	“se ve la llama al revés”	Categoría 1: La gran mayoría de los		

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
una vela delante del agujero. ¿Cómo es la imagen obtenida?	imagen obtenida al interior de una cámara oscura es invertida en relación al objeto.	<p>“una llama hacia abajo”</p> <p>“al revés”</p> <p>“La llama abajo”</p> <p>“El fuego hacia abajo”</p> <p>“Es una llama en la parte de abajo”</p> <p>“La luz de la vela en la parte inferior”</p> <p>“Es una llama hacia abajo”</p> <p>“Se ve la vela hacia abajo”</p> <p>“se ve la llama y es hacia abajo”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p>	estudiantes afirma que la imagen observada es invertida en relación al objeto.		
P 37: ¿Encuentras alguna relación de la imagen obtenida en la cámara oscura con la que construiste analíticamente?, ¿Por qué sucede esto?	Relacionar la teoría con el experimento explicando el hecho de que se observe una imagen invertida dentro de la cámara oscura a causa de la propagación rectilínea de la luz asignando a cada punto del objeto el camino recto que sigue la luz.	<p>“si porque en los dos casos las imágenes quedaron al contrario”</p> <p>“No, porque la que dibuje era hacia arriba y la que vi en la cámara es hacia abajo”</p> <p>“si, pues la luz llega a un punto, en donde dicha dirección recta hace que la imagen gire 180° para dar un resultado al revés”</p> <p>“Puede que sea iguales porque ambas son en dirección contraria aunque en la cámara no se veía sino la llama”</p> <p>“Idealmente debe suponerse que en ambos casos la imagen está al revés”</p>	<p>Categoría 1: La mayoría de los estudiantes afirman que si encuentran relación de la imagen construida analíticamente con la observada al interior de la cámara.</p> <p>Categoría 2: Una pequeña parte de los estudiantes no encontró relación entre la imagen construida analíticamente y la observada en la cámara.</p>	Para algunos estudiantes si hubo relación con la imagen construida analíticamente. Los estudiantes que no encontraron relación con la imagen construida analíticamente dan cuenta que la experiencia muestra lo contrario y están de acuerdo con la observación de la imagen en la cámara	

Pregunta	Objetivo de la pregunta/Finalidad	Respuestas de los estudiantes	Categorización	Análisis de las respuestas	Comentario
		<p>“Se parecen porque en ambos casos es invertida, la luz se propaga en línea recta”</p> <p>“Si se relacionan porque quedan al revés, porque se comprueba que la luz viaja en línea recta”</p> <p>“La verdad no, porque la primera fué muy diferente a la que vi”</p> <p>“La relacion es que las dos imágenes giran 180° en la primera se trazan líneas rectas que pasan por el agujero, eso es”</p> <p>“en las dos se muestra que la imagen ha girado 180° porque se trazan líneas rectas”</p> <p>“ “</p> <p>“ “</p>			

ANEXO 3
ESTRATEGIA DIDÁCTICA FINAL



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
INSTITUTO PEDAGÓGICO NACIONAL
<http://ipn.pedagogica.edu.co/moodle>
AREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION
AMBIENTAL



Nombre: _____

Apreciados estudiantes: A continuación realizaremos una serie de actividades que te permitirán entender algunos fenómenos relacionados con la propagación de la luz. Alguna vez te has preguntado ¿Cómo funciona una cámara fotográfica? O ¿Por qué puedes observar tu imagen en el espejo?, seguramente al final de estas sesiones lo comprenderás.

PRIMERA FASE

Objetivo: Reflexionar sobre mis comprensiones acerca del fenómeno de la luz y la visión

Momento 1

¿Qué conoces sobre la luz?

Objetivo: Reflexionar sobre las ideas que se tiene acerca de los fenómenos relacionados con la luz y la visión.

La luz está implícita en tu vida desde que naces, tienes contacto con este fenómeno natural a diario, pero alguna vez te has preguntado ¿Cómo puedes ver?

Algunos artistas haciendo uso de su imaginación y empleando la combinación de diferentes técnicas han elaborado algunas obras que al observarlas despiertan sensaciones. Por ejemplo, Van Gogh, en el año de 1888 realizó la tercera versión de “El dormitorio”, al observar la imagen, puedes experimentar diferentes sensaciones. Alguna vez te has preguntado ¿Qué se necesita para ver un objeto?, intenta responder a esta pregunta registrando tus ideas en las siguientes líneas.



Imagen 1 “El dormitorio” (tercera versión), Vincent Van Gogh, 1889

¿Porque puedes ver diferentes colores?

La segunda imagen es una pintura de Diego Rodríguez de Silva y Velázquez, fue creada hacia 1647-1651. Observa que en la imagen, cupido está sosteniendo un espejo.

¿A quién corresponde la imagen que está en el espejo?



Imagen 2 “La Venus en el espejo”, Diego Rodríguez de Silva y Velázquez, hacia 1647-1651.

¿Cómo explicas que se observe el rostro de Venus en el espejo?

Momento 2

Aproximándonos a conocer el comportamiento de la luz

Objetivo: Aproximarme a comprender como viaja la luz

Descripción de la actividad: Siéntate con tus compañeros formando una mesa redonda para que puedas pasar un objeto de un extremo a otro de tal manera que pase por cada uno de tus compañeros, el objeto debe tener un mensaje en su interior; ahora piensa ¿Cuál es la mejor manera para que esa información llegue en el menor tiempo posible?, si es necesario ubíquense de otra manera teniendo en cuenta que la persona que envía inicialmente la información y la persona que finalmente la recibe, no deben cambiar de lugar.

Luego de cumplir con el objetivo de la actividad, responde las siguientes preguntas para concluir

1. Si la botella pasa de mano en mano, ¿Qué camino sigue?

2. ¿Cómo deben ubicarse para que la botella llegue a su objetivo en la distancia más corta?

3. Realiza un párrafo donde describas la forma en que viaja la luz

Momento 3

¿Cómo viajan los rayos de luz?

Objetivo: Comprobar experimentalmente la trayectoria de la luz

Materiales:

- Cartulinas con agujeros
- Vela

Descripción de la actividad: Coloca una vela sobre la mesa y ubica las cartulinas de tal manera que se pueda ver la vela.

¿Qué sucede si cambias la posición de algunas cartulinas?

¿De qué manera se deben colocar los agujeros para que la luz de la fuente llegue a tu ojo?

Para concluir, ¿Qué camino traza la luz y cómo se comporta?

Momento 4

Aplicemos lo aprendido

Objetivo: Aplicar la ley de propagación rectilínea de la luz en una situación de la vida cotidiana.



Imagen 3

En la imagen N° 3, se observa una fotografía que muestra una manera de evidenciar el camino que sigue la luz y lo que sucede cuando la luz no pasa a través de un objeto. ¿Puedes dar algunos ejemplos de la vida cotidiana en los cuales se pueda evidenciar el camino que sigue la luz? (explica con detalle)

Momento 5

¡Apliquemos lo aprendido!

Objetivo: Comparar y cuestionar las ideas fundamentales de las distintas teorías sobre la luz

Descripción de la actividad: A continuación encontrarás una historieta donde se presentarán algunas teorías acerca de la luz y la visión, desde la cultura griega hasta el renacimiento, estas ideas fueron fundamentales en el desarrollo de la física y de instrumentos ópticos como el telescopio, los lentes, la construcción de espejos, entre otros.

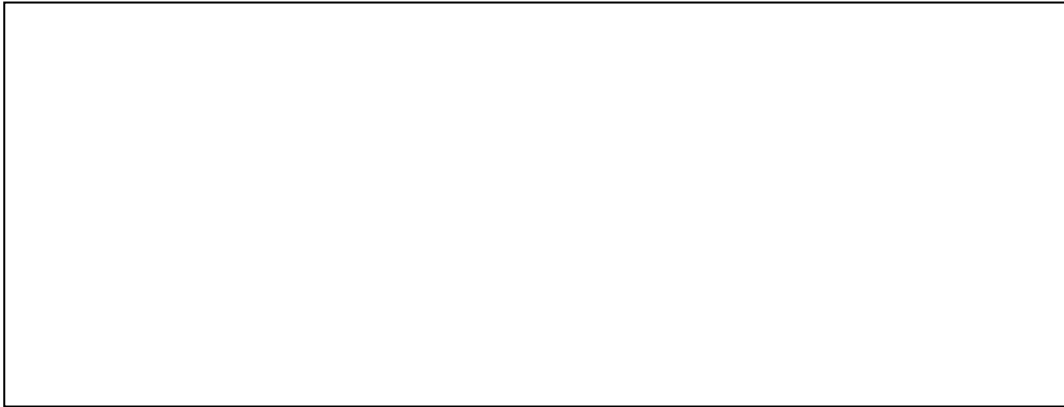
Luego de leer la historieta responde las siguientes preguntas:

¿A qué crees que se refiere Aristóteles en la primera parte?

¿Qué papel juega la luz en el fenómeno de la visión?

¿Qué le pasa a la luz cuando llega al objeto?

Dibuja en el cuadro, análogo a las actividades anteriores, como se hace posible ver un objeto y los elementos involucrados en dicho proceso.



SEGUNDA FASE

Objetivo: Analizar la formación de una imagen en un espejo plano

Momento 1

¿Qué pasa con la luz cuando incide en un espejo?

Objetivo: Comprender la propagación de la luz al incidir sobre algunos objetos que la reflejan.

Claudio Ptolomeo afirmaba que los rayos visuales se alteran de dos maneras, la primera: cuando son rechazados por los objetos, es decir, los cuerpos no permiten la penetración de la luz en ellos, este es el caso de los espejos. A continuación realizarás una experiencia en la cual podrás comprender que pasa con la luz al entrar en contacto con un espejo.

Rayo de luz: *El rayo de luz es una interpretación simbólica que da cuenta del camino que sigue la luz. El rayo de luz no existe, este describe la trayectoria de la luz y se utiliza como una representación matemática de la luz.*

*Se define **rayo incidente** a la luz que procede del objeto e incide en la superficie del espejo.*

Se define **rayo reflejado** al camino que sigue la luz cuando rebota de la superficie del espejo hacia el observador.

La **normal** es una línea que se traza perpendicular a la superficie del espejo.

El **ángulo incidente** es el ángulo formado entre el rayo incidente y la normal, y el ángulo reflejado es el ángulo formado entre el rayo reflejado y la normal.

Materiales:

- Banco óptico
- 1 diagrama con ranura
- Foco luminoso
- Lente de $f=50$
- 1 soporte para diafragma
- 1 soporte para foco y disco
- Transformador
- Triple decímetro
- Espejo

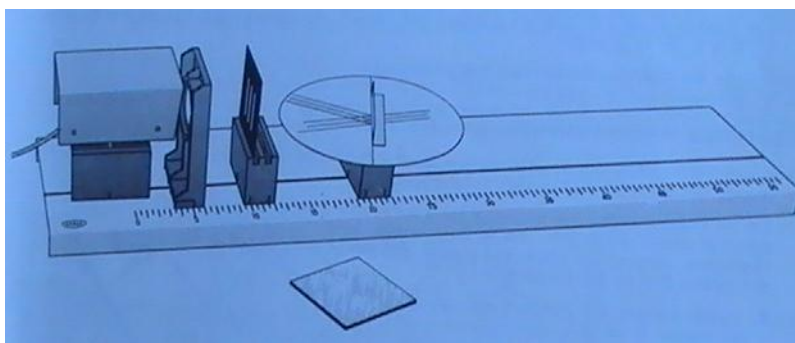


Imagen tomada del libro *guía de experimentos óptica* (1984). Enosa

Descripción de la actividad: Ubica el espejo entre los ángulos 0° y 180° . Luego, apunta el haz de luz hacia el espejo desde un punto diferente a la perpendicular a este y observa la dirección del rayo incidente y el rayo reflejado. Mide el ángulo de incidencia y el ángulo reflejado. Repite el procedimiento para diferentes ángulos de incidencia y reflejados, luego regístralos en la tabla.

Angulo de incidencia Θ_1	Angulo de reflexión Θ_2

¿Cómo son los ángulos incidentes y los ángulos reflejados en cada caso?

¿Qué sucede si apuntas el haz de luz perpendicular al espejo?

Escribe una relación entre el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión

Momento 2

¿Cómo se forma la imagen en un espejo?

Objetivo: Construir una imagen formada en un espejo plano

En la figura 4 la imagen del objeto se ve detrás del espejo, ¿Sabes por qué?



Fig. 4

En relación a la actividad anterior, has podido comprender lo que pasa con la luz al incidir en un espejo. Ahora, de acuerdo a la ley de la reflexión de la luz, construirás teóricamente una imagen formada en un espejo plano; para ello, seguirás una serie de pasos que te permitirán comprender como se forma la imagen en un espejo plano.

1. La fuente

Paso 1: En esta primera parte dibujarás una fuente puntual y trazaras varios caminos que siguen la luz provenientes del objeto y teniendo en cuenta que están frente al espejo y la luz seguirá la ley de la reflexión al incidir en la superficie del espejo.

Paso 2: Prolonga los rayos reflejados al otro lado del espejo.

¿Se intersectan estos rayos?

¿Cómo es la imagen formada a causa de la intersección de estos rayos?

De lo anterior se puede concluir que el ojo interpreta los rayos que se intersectan como provenientes de una fuente. ¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Justifica tu respuesta.

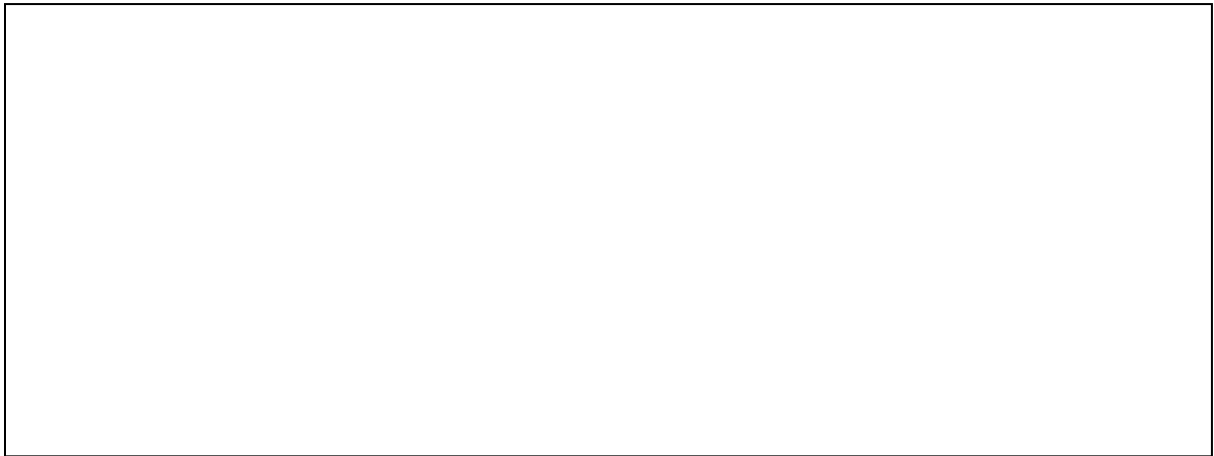
2. El objeto

Paso 1: Dibuja una flecha (ésta representará un objeto). Trazaras varios caminos que siguen la luz provenientes de los puntos a y b del objeto teniendo en cuenta que están frente al espejo y la luz seguirá la ley dela reflexión al incidir en la superficie del espejo.

Paso 2: Prolonga los rayos reflejados al otro lado del espejo.

¿Se intersectan los rayos? _____

¿Qué representan las intersecciones de los dos puntos al otro lado del espejo?



De lo anterior se puede concluir que el objeto representa una colección de puntos. ¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Justifica tu respuesta.

Pensar en un objeto extenso como la imagen de los diferentes puntos que componen el objeto, cada punto considerado como una fuente

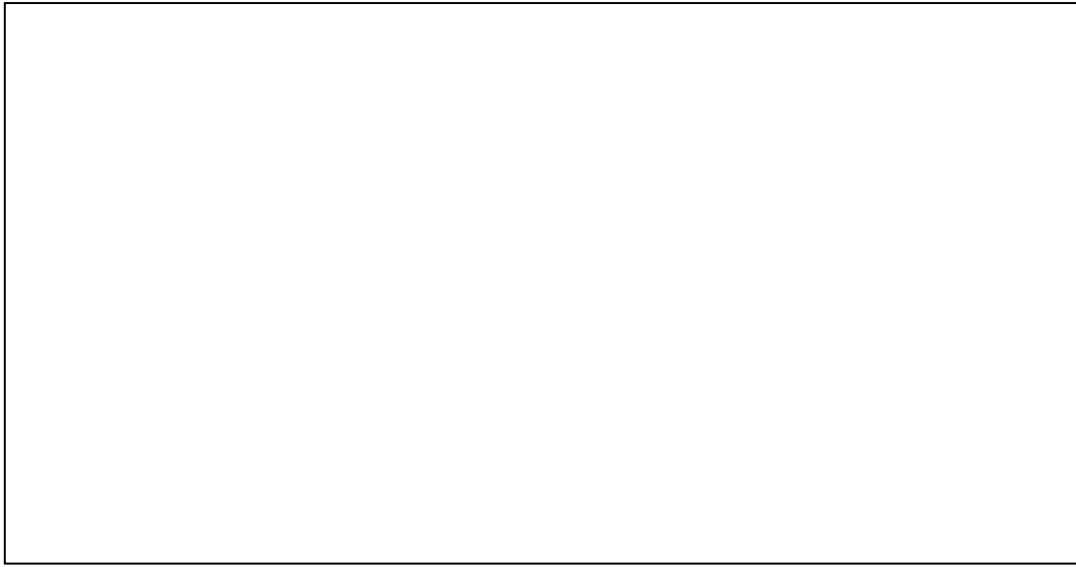
3. El observador

Paso 1: Dibuja una flecha como en la actividad anterior. Trazaras nuevamente varios caminos que siguen la luz provenientes de los puntos a y b del objeto teniendo en cuenta que están frente al espejo y la luz seguirá la ley de la reflexión al incidir en la superficie del espejo.

Paso 2: Prolonga los rayos reflejados al otro lado del espejo.

Recordando que la imagen formada al otro lado del espejo, el ojo la interpreta como una fuente. ¿Cuál es el camino que sigue la luz para que el observador pueda ver el objeto a través del espejo?

Señala ese camino en el dibujo.



¿Qué relación existe entre la posición del objeto y la posición de la imagen con respecto al espejo?

Si guiñas el ojo derecho, tu imagen guiña el ojo izquierdo. ¿Por qué crees que sucede esto?

TERCERA FASE

Objetivo: Evidenciar el camino de la luz mediante la formación de una imagen en una cámara oscura.

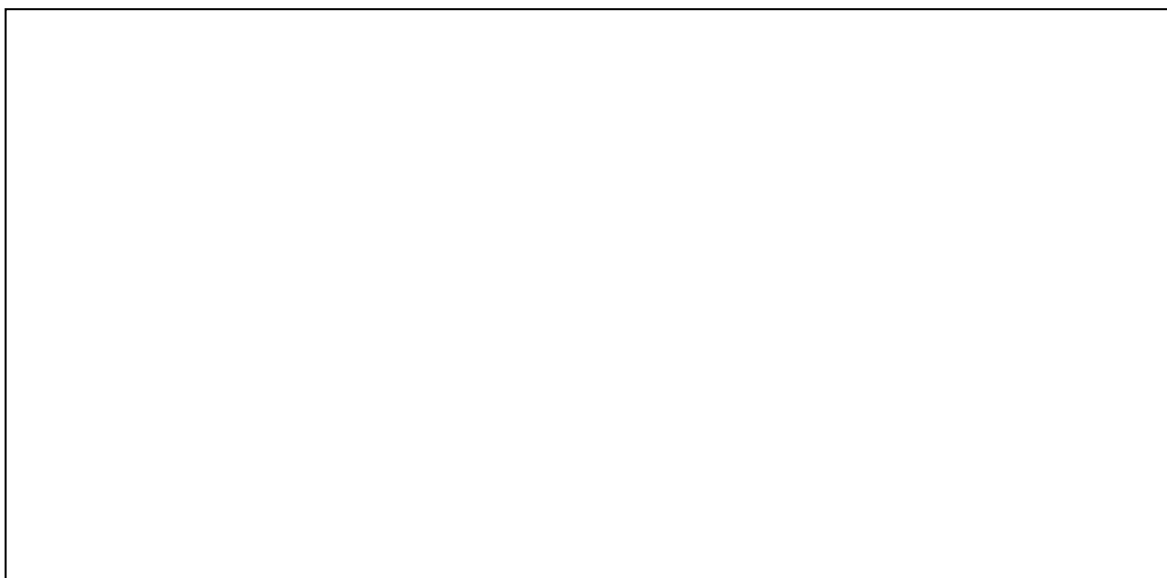
Momento 1

La cámara oscura

Objetivo: Trazar el camino que de la luz analíticamente.

En el renacimiento Leonardo Da Vinci impulsó el desarrollo de la cámara oscura, un mecanismo mediante el cual se forman las imágenes en el ojo partiendo de un principio que ya conoces; la utilizó para profundizar en el funcionamiento de la visión, el comportamiento de la luz y las leyes de la perspectiva geométrica. Antes de empezar a construir tu cámara, vamos a graficar como viajan los rayos de luz teóricamente.

Construcción analítica: El funcionamiento de la cámara oscura consiste básicamente en hacer pasar la luz que sale de un objeto por un agujero, de tal manera que se pueda proyectar la imagen del objeto sobre una pantalla, el dibujo te hará comprender lo afirmado. Como puedes observar, la flecha se encuentra delante del agujero y se proyectará su imagen en la pantalla A, la idea consiste en que traces la manera en que viajan los rayos de luz desde el objeto a través del agujero y finalmente hasta la pantalla A, donde cada rayo que traces partirá de los puntos a y c del objeto.



Haciendo uso de lo comprendido en las actividades anteriores y partiendo de las ideas fundamentales. ¿Cómo es la imagen obtenida en la pantalla A en relación al objeto?

Momento 2

¿Cómo es la imagen creada en una cámara oscura?

Objetivo: Evidenciar el camino de la luz implicado en la formación de una imagen para una cámara oscura.

Se dice que la fotografía es el arte de escribir o pintar con luz, de ahí se deriva su nombre foto (luz) y grafos (escritura).

¿Qué imagen observas al interior de la cámara?

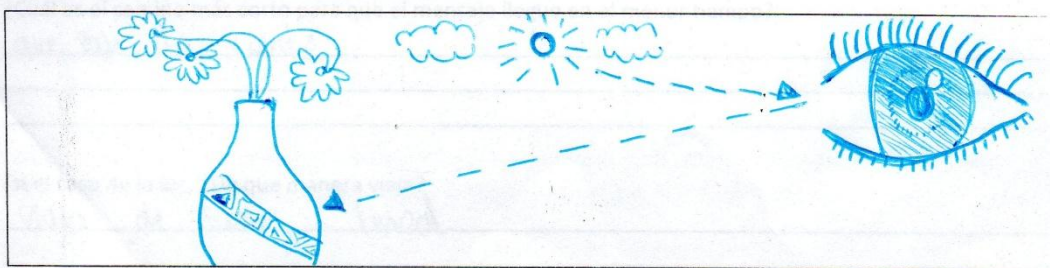
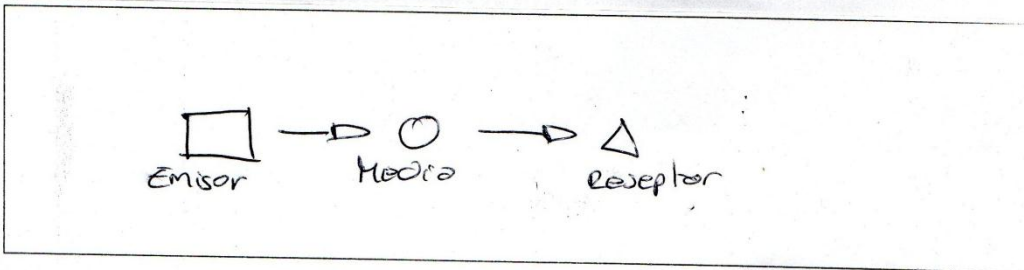
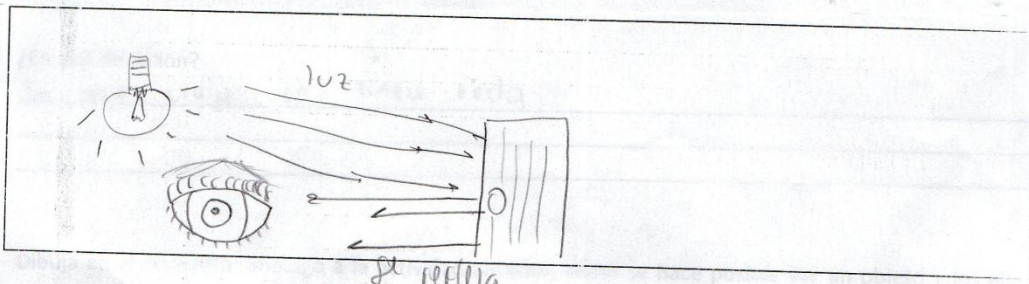
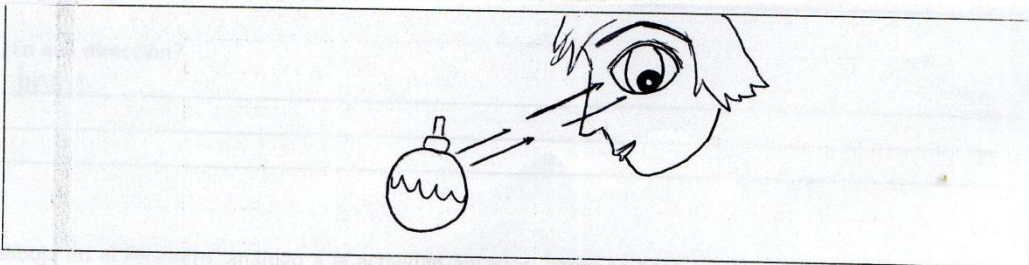
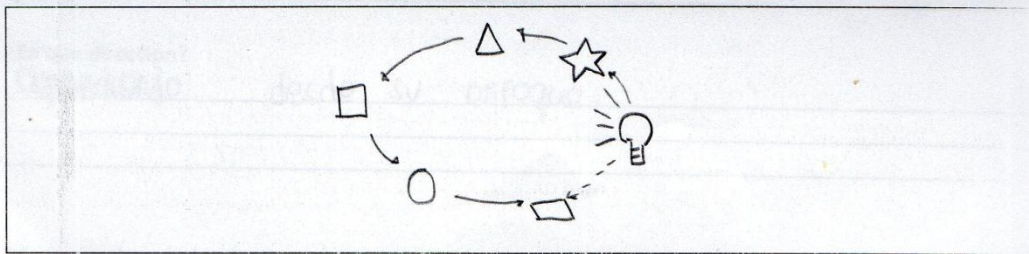
Describe la imagen del objeto que se forma en la cámara.

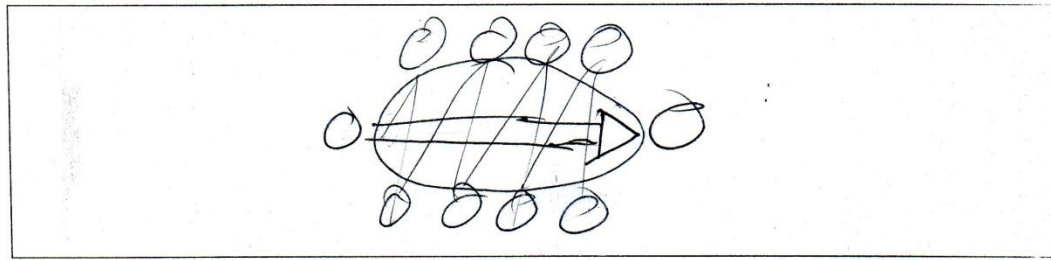
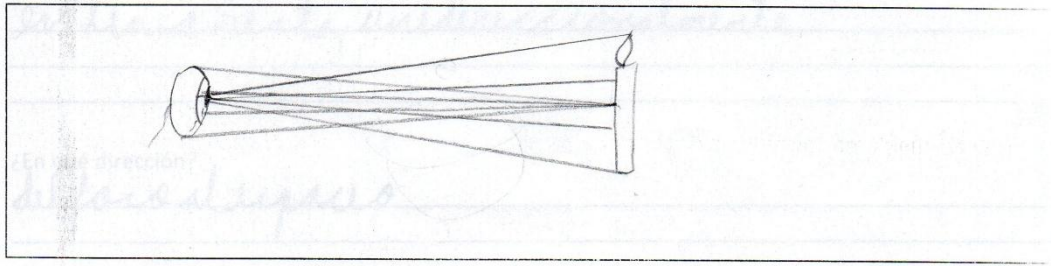
Coloca una vela delante del agujero. ¿Cómo es la imagen obtenida?

¿Encuentras alguna relación de la imagen obtenida en la cámara oscura con la que construiste analíticamente?, ¿Por qué sucede esto?

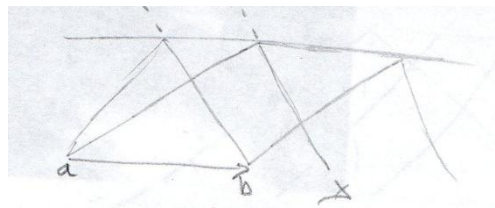
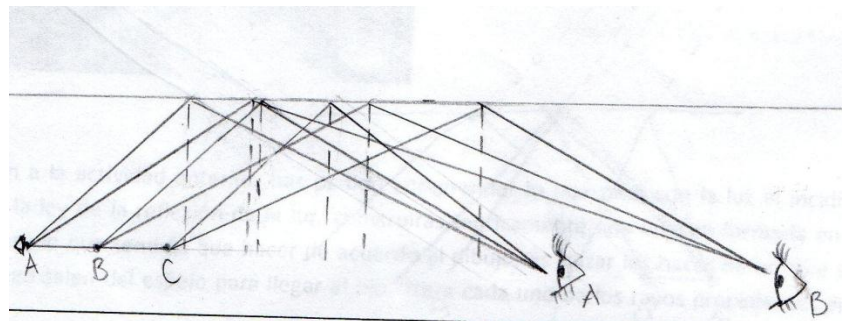
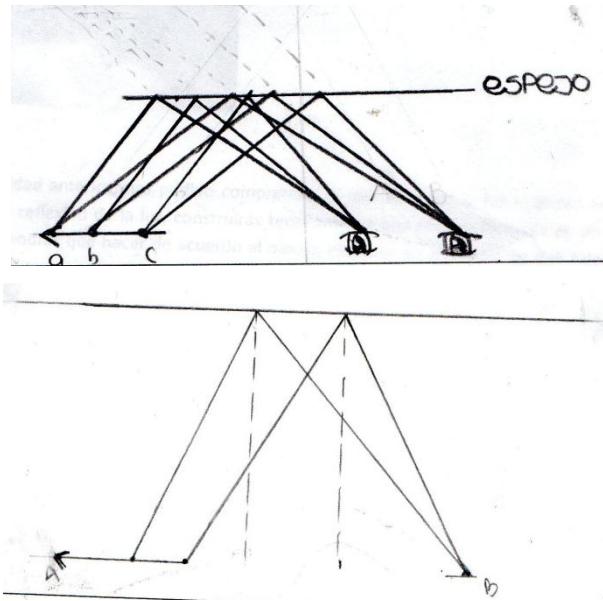
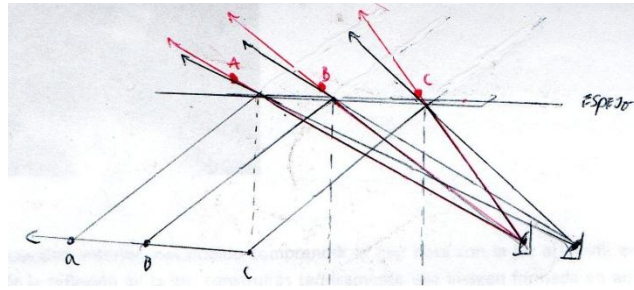
ANEXO 4
DIBUJOS DE LOS ESTUDIANTES

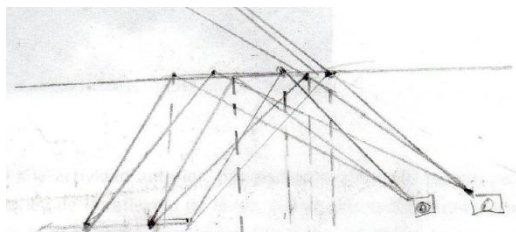
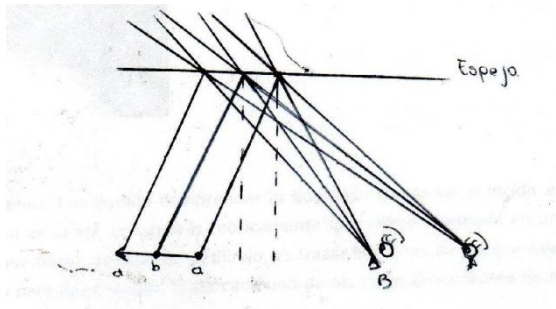
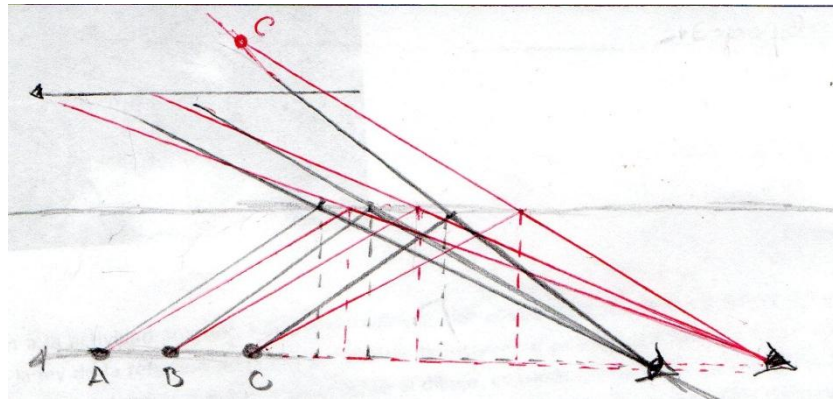
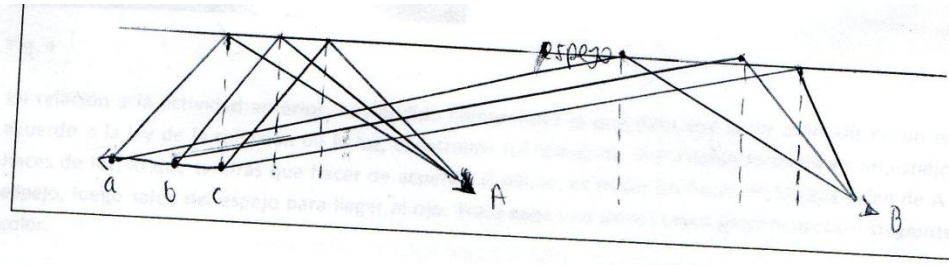
Fase I

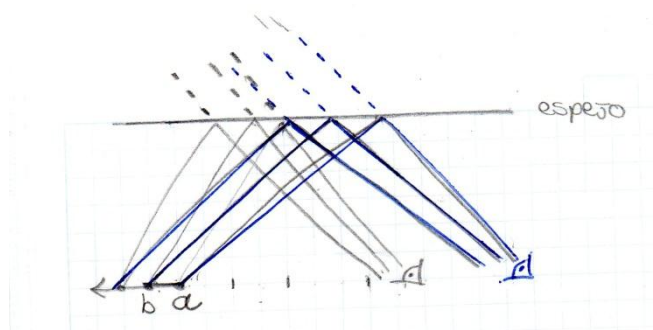
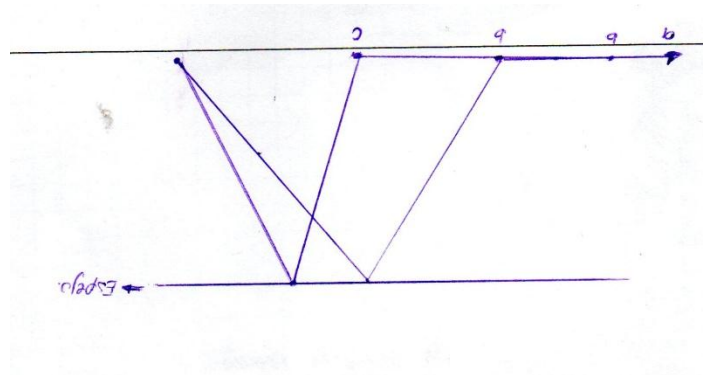




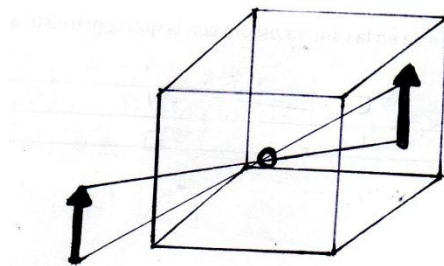
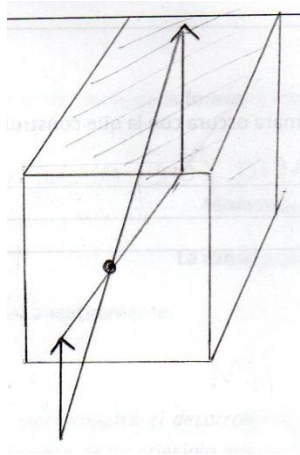
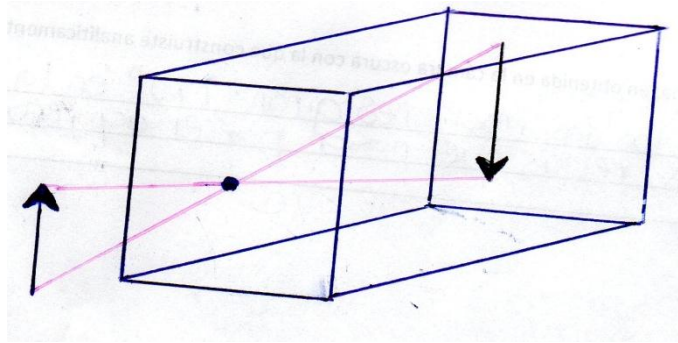
Fase II

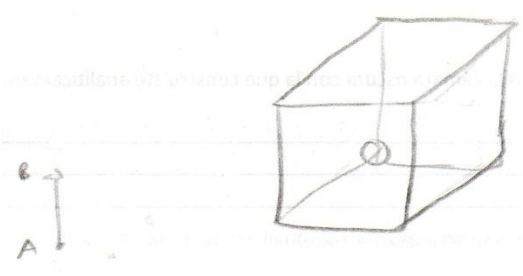
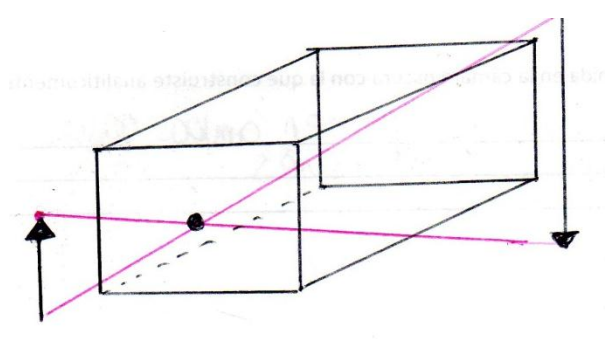
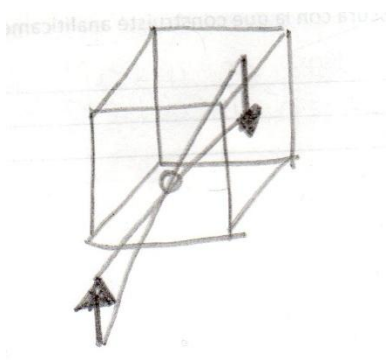
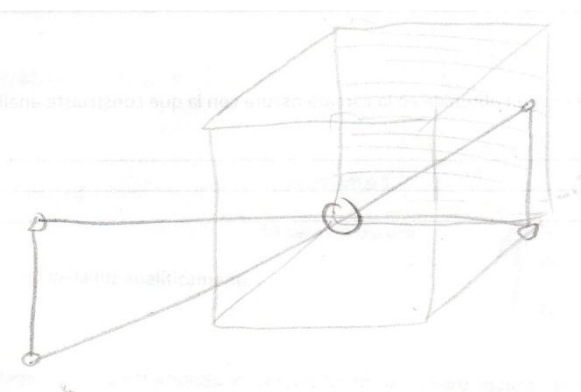
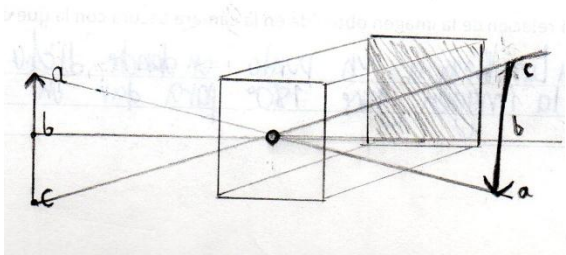






FASE III





ANEXO 5
HISTORIETA

¡HOLA! MI NOMBRE ES PEPE. ALGUNA VEZ TE HAZ PREGUNTADO:
¿CÓMO PUEDES VER?, BIEN, AHORA TE VOY A CONTAR ALGUNAS IDEAS
DE LOS FILOSOFOS GRIEGOS AL INTENTAR RESPONDER ESTA PREGUNTA



¿TU QUÉ PIENSAS DEMÓCRITO?

PARA QUE SE PRODUZCA LA VISIÓN DE LAS
IMAGENES, DEBE DESPRENDERSE ALGO DE ELLAS.
ADEMÁS EL OJO DEBE EMITIR UN FUEGO Y A TRAVÉS DEL CONTACTO ENTRE
ÉSTAS DOS, SE OBTIENE LA IMAGEN



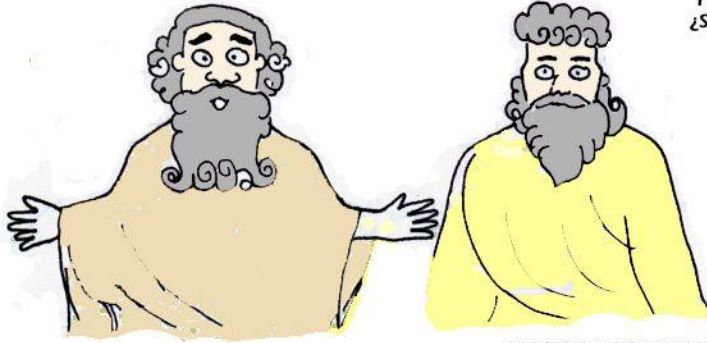
PEPE: YO DIGO QUE DE LOS OJOS SALEN
EMANACIONES Y RECOGEN SU FORMA

DEBE SER COMO EL SONIDO,
SI PODEMOS ESCUCHAR A GRANDES DISTANCIAS,
HAYA UNA MANERA DE VER A GRANDES DISTANCIAS



NO EMPÉDOCLES, ES EN
SENTIDO CONTRARIO.LOS
OBJETOS EMITEN ALGO QUE
RECOGE SU FORMA E INCIDE
SOBRE LOS OJOS

PEPE: SI NO ES COMO EL SONIDO...ENTONCES...
¿POR QUÉ NO PODEMOS VER EN LA OSCURIDAD?



ARISTÓTELES DICE QUE HAY ALGO
QUE HACE POSIBLE LA VISIÓN
Y NO ES EL OBJETO Y EL OJO.
¿SABES A QUE SE REFIERE?

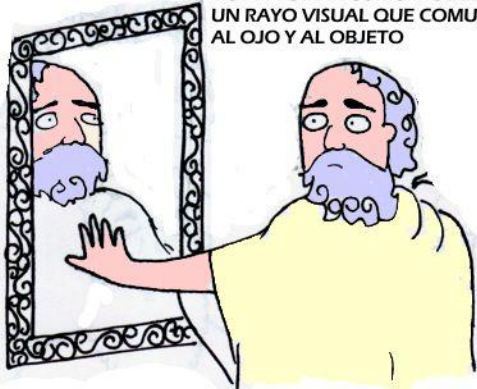


HE ESTUDIADO LA LUZ GEOMÉTRICAMENTE. CUANDO
UN OBJETO SE ACERCA O ALEJA DEL OBSERVADOR
PARECE CAMBIAR DE TAMAÑO PORQUE LOS RAYOS
EN FORMA DE CONO QUE PROCEDEN DEL OBJETO SE
ESTRECHA SI NOS ALEJAMOS Y AUMENTA CUANDO NOS
ACERCAMOS

EUCLIDES: ¿CÓMO SABES QUE LA LUZ
SE PROPAGA EN LINEA RECTA?



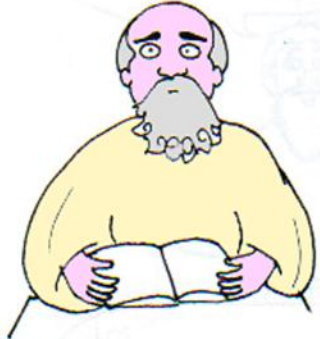
PARA QUE ME ENTIENDAS
VOY A TOMAR COMO MODELO
UN RAYO VISUAL QUE COMUNIQUE
AL OJO Y AL OBJETO



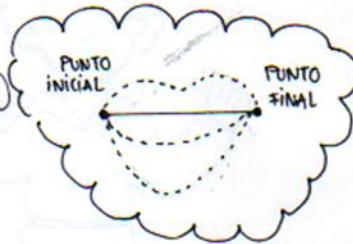
HERO: ME CONTARON QUE TIENES IDEAS
INTERESANTES SOBRE LA LUZ



ESTOS RAYOS VISUALES SE DIRIGEN EN LINEA RECTA PORQUE ES AL CAMINO MÁS CORTO POSIBLE

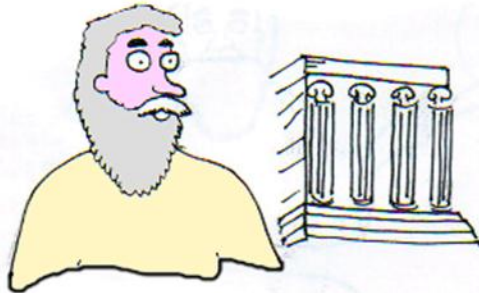


¡TIENES RAZÓN! LA MÁS CORTA DE TODAS LAS LINEAS QUE TIENE EL MISMO PUNTO FINAL ES LA LINEA RECTA



PARTE 3

PEPE: YO TE PUEDO EXPLICAR CON MÁS DETALLE ALGO QUE INQUIETA A HERO. LOS RAYOS VISUALES SE ALTERAN DE DOS MANERAS



A LO QUE SE REFIEREN CON RAYOS VISUALES ES A UNA MANERA DE AFIRMAR QUE ALGO SALE DEL OJO HACIA EL OBJETO...

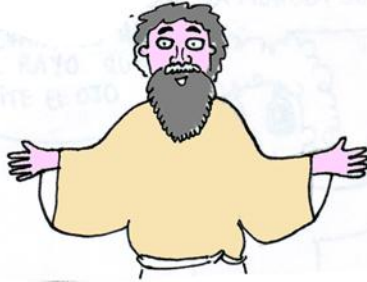


LA PRIMER MANERA EN QUE SE ALTERAN LOS RAYOS VISUALES ES POR EJEMPLO EN LOS ESPEJOS. LOS RAYOS QUE PROCEDEN DEL OJO REBOTAN AL INCIDIR EN LA SUPERFICIE DEL ESPEJO. POR ESO VEMOS NUESTRA PROPIA IMAGEN...

Y ¿CUÁL SERÍA LA SEGUNDA?



LA SEGUNDA MANERA ES CUANDO
LOS RAYOS VISUALES PASAN DE UN MEDIO A OTRO.
POR EJEMPLO PASAN DEL AIRE AL AGUA



!NO ENTIENDO!



LOS RAYOS VISUALES ATRAVIEZAN
EL AGUA. POR ESO PUEDES VER LOS PECES
EN UN RÍO. PERO HAY UN CASO EN PARTICULAR
QUE HE ESTUDIADO



SI MIS OJOS ESTÁN EN EL BORDE DE BAPTISTIR*
NO PUEDO VER LA MONEDA.

PERO CUANDO LLENO EL BAPTISTIR DE AGUA,
EL RAYO PASA POR EL BORDE Y SE CURVA.
ES ASÍ COMO PUDO VER LA MONEDA



*Objeto que se utilizaba para bautizar

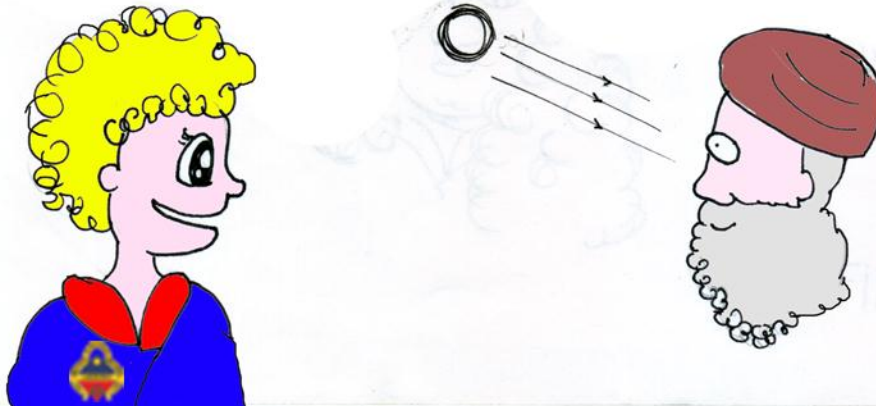
LO QUE QUIERE DECIR PTOLOMEO ES QUE
EL OBSERVADOR NO SE PUEDE DAR CUENTA QUE EL RAYO
SE HA CURVADO HACIA LA MONEDA SINO QUE
LA MONEDA SE HA LEVANTADO HACIA EL RAYO QUE
EMITE EL OJO



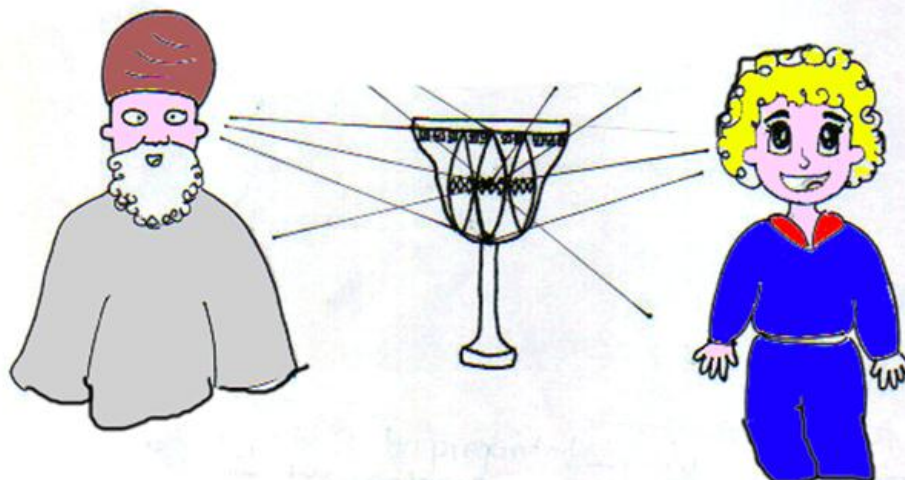
LUEGO SE CAYÓ EL IMPERIO ROMANO Y COMENZÓ LA EDAD MEDIA. ALEJANDRÍA CAYÓ ANTE LOS MUSULMANES EN EL AÑO 642 D.C. ENTONCES, NO VOLVIÓ A PASAR NADA EN EL MUNDO DE LOS GRIEGOS; JULIO CESAR HABÍA ORDENADO QUEMAR LA BIBLIOTECA DE ALEJANDRÍA EN EL PASADO. PERO LOS ÁRABES TRADUJERON LOS TESOROS FILOSÓFICOS QUE FUERON PRESERVADOS...

ALHAZEN: SÉ QUE HAS LEIDO
LOS ESCRITOS DE LOS GRIEGOS
Y TIENES TUS PROPIAS CONCLUSIONES...

SI PEPE, Y PIENSO QUE ESTABAN
EQUIVOCADOS EN ALGO, ENTONCES,
¿POR QUÉ AL MIRAR AL SOL NOS
LASTIMAMOS LOS OJOS?



AL CONTRARIO DE LO QUE ELLOS AFIRMABAN, PIENSO
QUE UN OBJETO RECIBE LUZ Y CADA PUNTO DEL
OBJETO ESPARSE UN RAYO EN TODAS LAS DIRECCIONES



PERO NADIE SE HA PREGUNTADO SOBRE
LA VISIÓN DE LOS COLORES
O DE QUÉ SE COMPONE LA LUZ



PEPE: TENGO MUCHAS COSAS POR DECIR
PERO TE CUENTO LUEGO

CONTINUARÁ...