

**EL ESTUDIO DE FENÓMENOS ÓPTICOS: UNA REFLEXIÓN SOBRE EL  
SENTIDO DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA**  
Línea de Profundización  
Enseñanza de las Ciencias desde una perspectiva cultural

**LUIS FERNEI DÍAZ PERDOMO**  
20040146017

**Olga Méndez Núñez**  
**Steiner Valencia Vargas**

**Asesores**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**NOVIEMBRE 2017**

## RESUMEN ANALITICO EN EDUCACIÓN (RAE)

1. Información General	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	El estudio de los fenómenos ópticos: una reflexión sobre el sentido de la enseñanza de la física en la educación básica.
<b>Autor(es)</b>	Díaz Perdomo, Luis Fernei.
<b>Director</b>	Méndez Núñez, Olga. Valencia Vargas, Steiner.
<b>Publicación</b>	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional. 2016
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional. 85 p.
<b>Palabras Claves</b>	FENÓMENO ÓPTICA, EL VER, LA LUZ, SOMBRA, REFLEXIÓN, REFRACCIÓN, PROPUESTA DE AULA.

2. Descripción
<p>El presente trabajo de grado recoge las diferentes reflexiones y situaciones por las que atraviesa una docente de física a propósito del estudio y la enseñanza de los fenómenos ópticos en Ciudad Bolívar; se presenta la investigación a través de un escrito de cinco capítulos, en el primer apartado se caracteriza el problema de estudio, señalando los respectivos objetivos de la propuesta y los antecedentes relacionados, en adelante se describe la manera de proceder en la investigación de acuerdo con las necesidades emergentes, en el tercer acápite se establecen los referentes teóricos involucrados y estudiados para el desarrollo de la propuesta, y el diseño y la interpretación de la implementación se narra en el cuarto capítulo, por último se muestran las conclusiones y reflexiones finales y la bibliografía que aportó a la construcción de la misma.</p>

3. Fuentes
<p>AUTHIER, M. 1989. La refracción y el olvido cartesiano. En: Historia de las Ciencias de Michel Serres. Paris.. Cátedra. pg. 287-312.</p> <p>BLANCHE, ROBERT. 1980. El método experimental y la filosofía de la física. Buenos Aires. Fondo de Cultura Económica.</p> <p>ELKANA YEHUDA. La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. Boletín Sociedad Colombiana de Epistemología. Volumen III. 1983. pág. 4</p> <p>FREIRE PAULO.1969. La educación como práctica de la libertad. Editorial siglo XXI. Montevideo, Uruguay.</p> <p>GONZÁLES, Y. 2013. Enseñanza – aprendizaje bajo un enfoque constructivista de la óptica geométrica mediante el uso de actividades experimentales: estudio de caso para el grado undécimo de la institución educativa Orestes Sindicce (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.</p> <p>GUTIÉRREZ, D. 2011. Ideas y explicaciones acerca del ver en estudiantes del grado octavo (tesis de especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá, Colombia.</p>

- GRANÉS JOSE. 2001. la gramática de una controversia científica. El debate alrededor de la teoría de Newton sobre los colores de la luz. Unibiblos Colombia. Bogotá.
- HERNÁNDEZ, M., y TARAZONA, L. 2004. El ver y la luz su problemática y relación con la experiencia. (Trabajo de grado licenciatura den física) Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.
- HERNÁNDEZ, G. 2009. La interacción luz – objeto – observador como campo experiencial para la comprensión de la formación de imágenes (Trabajo de grado especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia
- HUYGENS C. FRESNEL A. 1945. La teoría ondulatoria de la luz. Editorial losada. Buenos aires.
- MEJÍAS R. MARTÍNEZ H. 1999. Óptica geométrica. Ed. Síntesis.
- MÉNDEZ O. VALENCIA S. OROZCO J. GARZÓN J.2003. Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. En: Revista TEΔ. No. 14. Universidad Pedagógica Nacional.
- OROZCO J. VALENCIA S. MENDÉZ O, JIMENÉZ G. ORTIZ P. 2004. Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. Colombia. Bogotá. Grupo Física y Cultura. Universidad Pedagógica Nacional. Pág. 10
- OLIVE, L., y PÉREZ, A. 2005. Filosofía de la ciencia: teoría y observación. México. Siglo XXI. Versión castellana Enrique García Camarero, publicada por alianza editorial.
- OCHAITA E. 1983. La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial. Tomado de: Estudios de Psicología. N° 14. España.
- PÁEZ, M. 2006. De preguntarnos ¿Que vemos? ¿Cómo lo vemos? Y ¿Por qué lo vemos? A la construcción de explicaciones sobre las imágenes (tesis de especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.
- PIAGET J. 1972. La igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexión, y las operaciones de implicación recíproca. Tomado de: INGELDER B y PIAGET J. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Editorial Paidos. Buenos aires.
- PIAGET J. 1972. La proyección de Sombras. Tomado de: INGELDER B y PIAGET J. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Editorial Paidos. Buenos aires.
- RINCÓN, H. 2001. Elaboración y construcción de explicaciones de algunos fenómenos relacionados con la luz (tesis pregrado). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.
- ROJAS, G. 2011. La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- SALDAÑA J. 1983. La introducción de la óptica ondulatoria: la explicación fresneliana de la difracción. Tomado en: revista mexicana de física 29. N° 3. Congreso de historia de las ciencias. México.
- SEARS W. 1963 Fundamentos de Física III: Óptica. Aguilar, Madrid.
- VALENCIA V. S., MÉNDEZ N. O., JIMENEZ G. G. 2006-7 (1) Los saberes de la representación o de cómo imaginar la escuela. En: Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado.

#### 4. Contenidos

Se considera pertinente reconocer el contexto problemático, los antecedentes, los objetivos, el proceder metodológico en la propuesta, los referentes teóricos, el diseño, la implementación y la interpretación de la propuesta de aula y las conclusiones y reflexiones finales.

### 5. Metodología

La manera como se procedió en la investigación fue orientada por los interrogantes del docente en la reflexión sobre los estudios teóricos y la práctica de enseñanza, se puede describir ese proceder en dos perspectivas: documentación teórica y diseño, implementación e interpretación de la propuesta de aula. En la primera etapa se hace una revisión teórica motivada por interrogantes en relación con: ¿Qué vemos? ¿Cómo lo vemos? ¿Qué diferencia hay entre ver y observar? ¿Por qué aparece el arco iris? ¿Cómo se forma las sombras? ¿Cuáles son los antecedentes en los estudios de los fenómenos ópticos? ¿Qué explicaciones científicas se han elaborado en torno a de ley de reflexión y refracción de luz? En un segundo momento de acuerdo a las lecturas y aprendizajes, se dispone el diseño de las actividades para la organización de la propuesta de aula, cada propuesta de taller guarda una intencionalidad a reflexionar desde las experiencias e interrogantes los aspectos físicos que interviene en los fenómenos ópticos.

### 6. Conclusiones

La reflexión sobre los conceptos de estudio en la enseñanza de las ciencias otorga nuevos elementos y cuestionamientos a la manera de proceder en el aula, así la manipulación e implementación de materiales, el “cacharreo” en los montajes propicia la comprensión conceptual de los fenómenos ópticos. Los maestros considero, tenemos la tarea de aportar a la transformación de los contextos socio-culturales como el caso de Ciudad Bolívar; así por ejemplo, con los mismos estudiantes que se implementó la propuesta se han generado procesos educativos en relación con la creación de instrumentos musicales andinos, tejido de manillas, elaboración de artesanías, entre otros, todos escenarios escolares, que nacen desde la clase de física y las reflexiones en matemáticas y que dan a los estudiantes unas posibilidades distintas a las que su cotidianidad le ofrece.

<b>Elaborado por:</b>	DÍAZ PERDOMO, Luis Fernei.
<b>Revisado por:</b>	Bautista, German. Cruz Yesid.

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	1	Nov	2016
--	---	-----	------

***A mi madre que alimenta mis sueños.***

***A mis hijas que alimentan mi lucha.***

***A mis amigos que tejen esperanzas.***

***A mis maestros quienes compartieron lo mejor de su  
vida.***

***A quienes dieron ejemplo y asumieron hasta las últimas  
consecuencias.***

***A las dificultades que nos han hecho fuertes.***

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>CONTEXTO PROBLEMÁTICO</b>	<b>9</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
<b>PROCEDER METODOLÓGICO</b>	<b>17</b>
Documentación teórica	18
Diseño, implementación e interpretación	19
<b>REFERENTES TEÓRICOS</b>	<b>22</b>
Ver y observar dos maneras distintas de comprender una realidad física	22
Modelos explicativos de la naturaleza y el comportamiento de la luz	24
La óptica una construcción histórica en las ciencias	31
Luz y sombra una formalización de fenómenos ópticos	35
Leyes en la explicación de los fenómenos ópticos. Huygens y Fresnel	38
<b>DISEÑO E INTERPRETACIÓN DE LA PROPUESTA PEDAGOGICA</b>	<b>47</b>
LA CÁMARA OSCURA ¿Todos vemos lo mismo? ¿En qué forma lo vemos?	50
LA SOMBRAS, EL REFLEJO DE LA OSCURIDAD ¿Qué camino sigue la luz?	52
LA REFLEXIÓN DE LA LUZ, UNA EXPERIENCIA VISUAL ¿Qué es el reflejo?	53
LA REFRACCIÓN DE LA LUZ, UN FENÓMENO ÓPTICO ¿Por qué crees que aparece el arco iris?	55
<b>CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES</b>	<b>63</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>71</b>

## **PRESENTACIÓN**

El presente escrito evidencia las reflexiones que hace el maestro de física en la elaboración, diseño, implementación y análisis de propuesta de aula para la enseñanza de fenómenos ópticos, a partir de experiencias pedagógicas que posibiliten la construcción de explicaciones sobre el entorno. La propuesta de aula es implementada en el instituto cerros del sur ICES con estudiantes del grado décimo, comunidad del barrio Jerusalén, sector Potosí, Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá. El escrito allega los cuestionamientos y preocupaciones que intervienen la propuesta desde la perspectiva filosófica de las ciencias en relación con algunos fenómenos ópticos; el estudio de tales referentes teóricos propicia el diseño de la propuesta y la implementación, para finalmente sobre la reflexiones de los estudiantes hacer un análisis de la intervención y emanar las conclusiones que emergen de pensar la enseñanza de la física.

En el primer capítulo se plantea la configuración del contexto problemático que sugiere que reflexionar el estudio y los contenidos de la enseñanza de la física, en este caso, los fenómenos ópticos, permiten al maestro derivar criterios, estructurar actividades de clase y configurar escenario escolares para la comprensión del conocimiento científico y la construcción de explicaciones. De acuerdo con esto se estructuran los objetivos de la propuesta y se acude a los trabajos ya existentes en relación con la enseñanza de los fenómenos ópticos.

En el segundo capítulo se hace referencia a la manera de proceder que orientó el Trabajo; es importante señalar que el papel de la pregunta e interrogante es el factor orientador en la propuesta. A partir de la intención docente y el retorno a los interrogantes se delimita el contexto problemático, surgen criterios para referenciar textos, orientar preguntas y diseñar actividades.

Para el tercer capítulo se plantea el estudio de algunos autores representativos que han elaborado explicaciones acerca de los fenómenos ópticos, en particular se elaboran reflexiones y esclarecimientos en torno a: ¿Qué vemos? ¿Cómo lo vemos? La naturaleza de la luz, la historia de los estudios en óptica, la proyección sombras y la reflexión y refracción de la luz.; a propósito de los cuales se derivan interrogantes que posibilitan el curso de la propuesta de investigación y el establecimiento de actividades de clase.

En el cuarto capítulo se expresan las reflexiones que atraviesan el diseño de la propuesta de aula, escenario que pone a disposición los interrogantes a partir de los cuales se contextualiza la problemática y los cuestionamientos que surgieron de las lecturas; la intencionalidad y pretensión de cada taller es descrito junto a una descripción de la implementación y las explicaciones de los estudiantes en torno a los fenómenos trabajados en el salón de clase; para finalizar se presenta un cuadro donde se describen cada una de las fases y actividades de la propuesta de aula.

Por último, en el quinto capítulo se evidencian las conclusiones y reflexiones finales, situadas desde la formación para la enseñanza de la física contextualizada socio-culturalmente, la responsabilidad docente en la formación de ciudadanos críticos y el papel de las situaciones experimentales en la enseñanza de las ciencias. Este estudio otorgó nuevos elementos y cuestionamientos en la manera de proceder en la enseñanza de los fenómenos ópticos.



## CONTEXTO PROBLEMÁTICO

*“Descubriría que cultura es el muñeco de barro hecho por los artistas de su pueblo, así como la obra de un gran escultor, de un gran pintor, de un gran místico, o de un pensador. Que cultura es tanto la poesía realizada por poetas letrados como la poesía contenida es un cancionero popular. Que cultura es toda creación humana”*

**Paulo Freire**

Actualmente se asume que la formación de una cultura científica se constituye como proyecto prioritario para instalar a los jóvenes en una sociedad del conocimiento técnico e instrumental como garantía para el “desarrollo” social. Esto hace que la enseñanza de las ciencias aparezca relevante en tanto que, dinamiza las relaciones entre desarrollo científico-cultura y sociedad. Así, *“...es posible pensar las ciencias y su enseñanza, en términos de actividad de la cultura, en donde lo que prima no es la reconstrucción de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones complejas del mundo”*. (MENDÉZ; et al. 2004)

La escuela es un escenario en el que circulan múltiples expresiones culturales, saberes, prácticas, conocimientos que están condicionados por los entramados de una cultura dinámica y cambiante (ELKANA, 1983). Así, la reflexión pedagógica y epistemológica de la enseñanza de las ciencias en general y de la física en particular, en relación con el papel que cumple en la formación de ciudadanos críticos y competentes, se constituye en un factor determinante en la transformación cultural.

Desde la revisión de algunos documentos que orientan la educación del país, los lineamientos curriculares, presentados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006) (**ver anexo 1**), o los estándares de calidad, se pueden reconocer

algunos elementos que orientan<sup>1</sup>, por ejemplo, la enseñanza de los fenómenos ópticos en la escuela, relacionados con los contenidos que consideran importantes para cada ciclo, con la forma de situarlos en cada nivel, con la organización secuencial de las temáticas y con el privilegio de unos problemas o temas sobre otros.

La reforma educativa promovida, luego de la Emisión de la Ley General de Educación 1994 interviene directamente a la escuela, promueve la enseñanza de las ciencias hacia una dependencia científica que obra bajo la reproducción de modelos memorísticos, reduccionistas y descontextualizados, que llevan a que en las aulas no se promuevan situaciones que desarrollen el pensamiento en los estudiantes, experiencias que rescaten los problemas cotidianos de la comunidad educativa y cuestionamientos que promuevan la capacidad crítica y comunicativa en los estudiantes. Por el contrario, desde otras perspectivas la actividad pedagógica es comprendida como una construcción de realidades y sentidos históricos para cada sociedad (MENDEZ, 2004).

En tales elementos es posible ver, por ejemplo, el papel social que se le asigna a la escuela, en el desarrollo de los compromisos personales y sociales en el proceso de la enseñanza de los fenómenos ópticos, sin embargo la enseñanza de la física en particular debe ser permeada por la discusión alrededor del rol del maestro y del estudiante en el proceso de conocer, por tanto, resultan pertinentes preguntas como: ¿Cuál es el sentido de la enseñanza de las ciencias? ¿Por qué se enseña óptica en la escuela? ¿Qué posibilidades cognitivas y experienciales brinda la enseñanza de los fenómenos ópticos para los estudiantes de la educación básica?

---

<sup>1</sup> Estos criterios sirven como guías a todas las instituciones y espacios escolares en Colombia, para así promover la capacidad de *saber* y *saber hacer* en la medida de formar “sujetos competentes”, como se menciona en el documento “los estándares se constituyen en herramienta privilegiada para que cada institución pueda reflexionar en torno a su trabajo, evaluar su desempeño, promover prácticas pedagógicas creativas que incentiven el aprendizaje de sus estudiantes y diseñar planes de mejoramiento que permitan, no solo alcanzarlos, sino ojala superarlos”.

¿Cómo hacer de la enseñanza de los fenómenos ópticos un espacio significativo para los estudiantes que les permita construir explicaciones sobre su mundo cotidiano? ¿Cómo articular la actividad explicativa con la formalización en situaciones experimentales relacionadas con los fenómenos ópticos? ¿Qué tipo de ambientes comunicativos de aula contribuyen a que los estudiantes fortalezcan su autonomía y mejoren sus relaciones interpersonales? ¿Cómo desde el diseño, implementación e interpretación de una propuesta de aula en la enseñanza de los fenómenos ópticos se contribuye al proceso de formación del licenciado en física? Estos interrogantes orientaron la reflexión que como docente de física se enfrenta al hacer de la enseñanza de las ciencias una actividad de construcción de explicaciones.

Teniendo en cuenta este tipo de reflexiones este trabajo plantea como hipótesis, que **el estudio de algunos autores que han abordado los fenómenos ópticos permite derivar criterios pedagógicos y didácticos para enriquecer las prácticas de enseñanza de la física en los niveles básicos.**

Consideramos que la construcción de explicaciones a propósito de los fenómenos ópticos, aporta a los estudiantes elementos como:

- El desarrollo de relaciones de proporcionalidad, dependencia, contigüidad, contención, causalidad para que el estudiante dote de sentido su espacio cotidiano y lo extrapole a diferentes situaciones de su vida escolar.
- La recuperación crítica de sus preguntas e intereses que les permitan actuar y tomar decisiones frente a sus contextos cotidianos, promoviendo la participación, la crítica, la reflexión y el reconocimiento entre ellos.
- El desarrollo de habilidades para la elaboración y el diseño de artefactos que modifican y organizan su experiencia frente a los fenómenos ópticos.

## **ANTECEDENTES**

Asumir que los contenidos de enseñanza de la física, en este caso los fenómenos ópticos no tienen en sí mismos un sentido para ser enseñados, sino que es el maestro desde sus intencionalidades, experiencias y saber que les asigna un propósito, es ser consciente del acto pedagógico como conocimiento transformador. Para este trabajo de grado se revisaron tesis de pregrado y posgrado que contribuyeron a la delimitación, contextualización y definición del problema de estudio; algunos de esos trabajos desafortunadamente no son tenidos en cuenta para la orientación de propuestas de enseñanza de la física, para este caso, se trata de resaltar sus aportes y contribuciones en este campo.

**1. Elaboración y construcción de explicaciones de algunos fenómenos relacionados con la luz. Rincón, H. 2001. (Trabajo de grado Licenciatura en Física). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. Colombia.**

Propone el análisis de las elaboraciones y construcciones de estudiantes realizadas alrededor de la luz y algunas experiencias en relación con otros cuerpos, dando lugar a fenómenos ópticos simples como: reflexión, refracción y difracción. En referencia a las experiencias de aula propone: Trayectoria de rayos luminosos, Producción de sombras, Proyección cuerpos volumétricos, La luz y el calor, Luz y espejos, Luz, lentes – prismas, Refracción en líquidos.

La revisión de este escrito permite explorar experiencias con la luz para el trabajo en clase, posibilita la elaboración de actividades para el diseño de la propuesta y dispone la atención sobre las sombras para la construcción de la explicación de la propagación rectilínea de la luz.

**2. La explicación como dinámica de la enseñanza. El ver y la luz su problemática y relación con la experiencia. Hernández, M., y Tarazona, L. 2004. (Trabajo de grado Licenciatura en Física). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.**

Este escrito invita a recuperar el estudio de los textos originales como una estrategia para el maestro, y a pensar en actividades que den cuenta de los fenómenos de la experiencia cotidiana. Plantea los modelos explicativos de Descartes y Huygens acerca de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, proponen un recuento de explicaciones sobre la visión desde el carácter epistemológico y sustenta ideas propias en torno al análisis de la enseñanza de las ciencias desde el análisis de una actividad dinámica en aula. Para la organización de nuestra propuesta se recoge la intención de volver a los textos originales y asumo la afinidad al estudio que el maestro debe hacer del concepto-historia-contexto tras la planeación de acciones pedagógicas.

**3. De preguntarnos ¿Que vemos? ¿Cómo lo vemos? Y ¿por qué lo vemos? A la construcción de explicaciones sobre las imágenes. Páez, M. 2006 (trabajo de grado de especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.**

Esta propuesta de investigación orienta el trabajo desde la pregunta ¿Cómo abordar el estudio del fenómeno visual desde una perspectiva en que las representaciones de los estudiantes se reconfiguren a través actividades de óptica y tengan sentido para ellos?; señala aspectos relacionados a ¿Qué actividades experimentales se requiere propiciar para la construcción de modelos explicativos sobre eventos ópticos? ¿De qué forma evidenciar las construcciones realizadas por los estudiantes? Además propone discusiones referente a las condiciones

problemáticas del aprendizaje, el papel de la pregunta y el conflicto, percepción e ideas previas.

Ha de asumirse que estos argumentos en la propuesta instigan a pensar creativamente en las subjetividades del maestro en las orientaciones de la enseñanza, a develar de la pregunta, un proceso de estudio y estrategia para el hacer en el aula; permite decantar la manera como se usa y accede al texto escolar, que no debe asumirse la información como sinónimo de conocimiento.

**4. La interacción luz – objeto – observador como campo experiencial para la comprensión de la formación de imágenes. Hernández, G. 2009. (Trabajo de grado de especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia**

Proponen una ruta posible de la enseñanza de la formación de imágenes a partir de la relación luz – objeto – observador; se realiza una propuesta de investigación desde la relación ciencia – cultura y el papel del maestro y desde el estudio de lo sensible a lo abstracto, se propone la formación de imágenes como campo explicativo para la enseñanza de la óptica. Este escrito viabiliza pensar en rutas posibles para la enseñanza de los fenómenos ópticos desde la interacción luz, objeto, observador, por tal sentido propicia en la investigación, describir y reflexionar el papel del medio en los fenómenos ópticos.

**5. Ideas y explicaciones acerca del ver en estudiantes del grado octavo. Gutiérrez, D. 2011. (Trabajo de grado de especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá, Colombia.**

Plantea el estudio de diferentes teorías de la visión en la historia de las ciencias, propone un análisis de diferentes investigaciones realizadas en torno a fenómenos

ópticos y el problema de la visión, para comprender los elementos del ver. Los apartados se configuran en el análisis y estudio de investigaciones históricamente constituidas respecto a la relación visión - cerebro. Abordar este trabajo permite reflexionar sobre el papel de la historia de las ciencias en el diseño de propuestas de aula que favorezcan la construcción de explicaciones de los estudiantes.

# OBJETIVOS

## Objetivo general

Hacer una revisión teórica de los fenómenos ópticos que incluya aspectos epistemológicos, históricos y disciplinares y derivar criterios para su enseñanza.

## Objetivos específicos

- Revisar algunos autores representativos que han hecho estudios acerca de los fenómenos ópticos.
- Diseñar e implementar acciones pedagógicas que permitan poner en juego las reflexiones acerca de la enseñanza de los fenómenos ópticos.
- Organizar e interpretar las reflexiones pedagógicas y disciplinares alcanzadas en el desarrollo del presente trabajo en un documento comunicable.



## PROCEDER METODOLÓGICO

Lo primero que hay que considerar en la elaboración de este trabajo de grado es que es la segunda versión de un primer ejercicio que se desarrolló en el año 2010 y que tenía como centro ¿Cómo hacer del estudio del fenómeno de la refracción, un espacio de enseñanza que genere condiciones cognitivas y experienciales para la construcción de explicaciones, y fomenten a su vez en los estudiantes una participación crítica, reflexiva y comunicativa? En su momento la motivación era estudiar el arcoíris y las sombras.

Asumir en una nueva oportunidad la elaboración del trabajo de grado ha permitido revisar con nuevos ojos y con nuevos elementos enriquecidos por una práctica como docente de física y matemáticas durante los últimos seis años. Estas reflexiones en torno al sentido de la enseñanza de la física para los niveles básicos, y a cómo lo que hacemos los maestros aporta a la transformación de los contextos socio-culturales como el caso de Ciudad Bolívar, ha mantenido el interés en el estudio de los fenómenos ópticos y cómo desde ello poder realizar una práctica pedagógica que sea significativa y aporte al pensamiento crítico de los estudiantes.

Como una manera de recuperar estas preocupaciones y ponerlas en juego en esta nueva versión me lleva a precisar algunas de las preguntas abordadas que se documentan desde nuevos autores, abarcando la definición del problema a la pregunta por los fenómenos ópticos. Tales reflexiones permiten resaltar el papel de la experiencia y su relación con la matemática, entre otros aspectos a tener en cuenta para la construcción de nuevas estrategias pedagógicas de enseñanza de los fenómenos ópticos.

En esta dinámica podemos reconocer dos tipos de acciones:

## Documentación teórica

Con este proceder se busca enriquecer la comprensión disciplinar, histórica y epistemológica del comportamiento de la luz y de los elementos que intervienen en la forma como vemos.

Una primera necesidad se da en relación con comprender las formas de explicar el comportamiento de la luz. El estudio de caso sobre las diferentes explicaciones alrededor de los colores de la luz, que escribe el profesor (GRANÉS. 2001) compara las entidades, analogías o metáforas a las que acuden diferentes autores como Descartes, Grimaldi, Hooke y Newton para hablar del comportamiento de la luz e inscritas en el contexto de la *mecánica*<sup>2</sup>. Este tipo de obras presentan un panorama no solamente explicativo de los fenómenos, sino que también consideraciones cognitivas, metodológicas y experimentales que serán de suma relevancia para el diseño e interpretación de propuestas de aula.

A fin de ampliar el contexto académico, histórico en el que se dan estudios de los fenómenos ópticos, se acude al trabajo en filosofía de las ciencias: la refracción y el olvido cartesiano, escrito de (AUTHIER.1989). Sin duda se evidencia la ciencia como una construcción de explicaciones en el tiempo, y se identifican momentos y autores representativos en la historia del planteamiento de la ley de la refracción.

A partir de los cuestionamientos por la pertinencia de ciertas actividades de la propuesta de aula y la necesidad de caracterizar las sombras como fenómeno óptico, se acude al trabajo de Piaget (PIAGET. 1972) quien proporciona elementos

---

<sup>2</sup> Según Richard Westfall “Todos concordaban en que la naturaleza física está compuesta de una materia común cualitativamente neutra y diferenciada solamente por el tamaño, la forma y el movimiento de las partículas en las cuales se divide. Todos concordaban en que el programa de la filosofía natural residía en demostrar que los fenómenos de la naturaleza se producen por el juego mutuo de partículas materiales actuando unas sobre otras solamente por contacto directo”. *Ibíd.* Pág. 1.

de orden cognitivo destacando estadios del pensamiento para el trabajo en formación de sombras.

No obstante sin olvidar las reflexiones sobre los antecedentes académicos, a saber se acude a la teoría ondulatoria de la luz en el tratado (HUYGENS et al. 1945), como original, para hacer una comprensión de su formalización y las representaciones graficas propuestas y atribuidas a la explicación de los fenómenos de reflexión y refracción.

### **Diseño, implementación e interpretación**

Esta segunda parte del proceder metodológico consiste en el diseño de una propuesta para el estudio de los fenómenos ópticos con estudiantes de grado décimo en el colegio Instituto Cerros del Sur ICES. La elección del ámbito disciplinar en la enseñanza de la física ha de ser motivada por el maestro a fin de hacer del aula un espacio interesante de conocimiento, independiente del área o la disciplina (matemáticas, lengua castellana, ciencias sociales, química, biología, artes, educación física, etc.) que le permite al estudiante asumir significados de su contexto inmediato para transformarlo.

Usualmente en la escuela se aborda el estudio de los fenómenos ópticos sin asumir que estos son fenómenos cotidianos sobre los cuales los estudiantes se plantean preguntas. Frecuentemente cuando se aborda este problema se hace desde la propagación rectilínea de la luz, el cambio en la trayectoria de la luz cuando pasa de un medio transparente a otro, y en ello no hay un vínculo estrecho entre el comportamiento de la luz, el observador, el objeto y medio en el cual está el objeto, y mucho menos se insta para que se elaboren explicaciones o cuestionamientos sobre ellos.

Apropiarse de las dificultades que presenta la enseñanza de la física, y el diseño de una propuesta de aula en condición de profesor en formación, es también señalar que no son los fenómenos ópticos, los elementos de estudio claramente definidos al inicio de la propuesta, sino los contenidos de estudio producto del proceso de la reflexión académica y pedagógica; este estudio está orientado por diferentes intereses y acercamientos a textos científicos que presentan explicaciones desde la óptica geométrica.

Ambientes de aula como los que esta propuesta genera promueven la autonomía en la toma de decisiones frente a acciones cotidianas, por ejemplo, la compra de un espejo, el consumo de ciertos artefactos ópticos y el cuestionamiento sobre las elaboraciones propias, la posibilidad de contrastar y escuchar al otro, compartir significados y asumir de manera reflexiva su pensamiento. Por su parte, al maestro le permite, ahondar en la práctica, la historia y la filosofía de las ciencias, plantearse cuestionamientos sobre su quehacer, construir intenciones para sus diferentes acciones con los estudiantes, proponer nuevas observaciones experienciales y construir una mirada más humana de ciencia.

Las actividades que se relatan más adelante en este escrito muestran el tipo de intervención en un colegio privado de Ciudad Bolívar, donde se ha estado compartiendo clases de físico-matemáticas en los últimos años, se implementa el trabajo con estudiantes de grado décimo durante seis horas semanales, durante cuatro semanas, tiempo en el cual se corroboran ideas, se encuentran dificultades, se reconocen las construcciones de explicaciones de los estudiantes, se registra material literario, gráfico y fotográfico para hacer uso en la interpretación de la propuesta y en las discusiones en el salón de clase.

Por último se decantan las reflexiones hechas sobre la enseñanza de la física en la propuesta a través de la elaboración del presente escrito, donde con la mejor intención señala que reflexionar los estudios y contenidos de la enseñanza de la

física, dota de sentido la práctica pedagógica, hace de la clase de física una acción intencionada para la constitución de sociedad e imprime creatividad para el diseño de actividades para la enseñanza de las ciencias.

## REFERENTES TEÓRICOS

Los referentes teóricos que han aportado al desarrollo de este trabajo de grado están organizados en términos de las preguntas que han orientado el estudio de los fenómenos ópticos; se presenta a continuación la reflexión de un maestro de física en formación respecto a las preocupaciones por el significado del ver, las explicaciones científicas de la naturaleza de la luz, la formación de sombras y sus condiciones cognitivas. La reflexión teórica se encuentra organizada en cuatro acápites que aportan al diseño de las actividades de clase.

### **Ver y observar dos maneras distintas de comprender una realidad física**

*Yo veré por mí misma lo que no puedo ver y lo que sí puedo ver, quizá no lo veré como realmente es cuando yo solo veo, pero cuando miro veo más que solo ver, entiendo lo que veo así.*

**Lina Ru**

Preguntarse ¿Qué vemos? ¿Cómo lo vemos? No corresponde solo a reflexiones de elementos técnico-experimentales, fenómeno-técnicos –como suele orientarse en los libros de texto– el conocimiento es un saber cultural y la escuela no puede recaer a un espacio para la reproducirlos. En los cursos de historia y filosofía de las ciencias se discute que Morin señala al cerebro como una caja negra, la cual no tiene relación directa con el mundo, así a través de los impulsos nerviosos, es decir al cerebro no llega luz, todo el tiempo estamos traduciendo una información, esa traducción requiere una intención, una organización.

Desde la cultura occidental se ha construido sentido de realidad desde el ver, así el pensamiento moderno hace del ver la condición de estructuración de su propio contexto, por tal razón es pertinente develar las ideas que sobre el ver y observar se dan en el estudio de las ciencias; en este sentido es relevante considerar las

diferentes situaciones, interrogantes y discusiones que Hanson (OLIVE et al. 2005) propone a propósito de la observación en física.

Se puede caracterizar en tales aseveraciones la reflexión de aspectos relacionados a: el ver, la visión, la interpretación, la experiencia visual y los procesos lingüísticos en la manera de proceder sobre la realidad física. Desde aspectos descriptivos en relación a la observación ha de comprenderse que no tiene sentido que se afirme que dos observadores ven la misma cosa, puesto que no parten de los mismos datos; de hecho, hay que reconocer que éste no es un problema experimental, pero directamente afecta la manera de relacionarse con el experimento.

De acuerdo con esto se podría afirmar a priori que todos los seres humanos con visión, hacen la misma observación puesto que parten de los mismos datos visuales -fenómenos ópticos- sin embargo, la interpretación que se haga de la experiencia física y la comprensión de las variables que intervienen se hace de forma diferente, en esta perspectiva cobra sentido cuestionarse por: ¿A partir de qué inician sus investigaciones los científicos? ¿los científicos hacen las mismas observaciones? ¿es que incluso no ven la misma cosa?

Ha de revisarse los conceptos de visión y observación, puesto que todo lo que tiene lugar en el ver, se fundamenta en gran medida por experiencias no visuales, ya que para ver no solo es necesario la recepción ocular o solamente un estado físico de excitación fotoquímica. De acuerdo a la observación de las imágenes, estas pueden ser exactas en contenido de sus campos visuales, son idénticas o difieren en algún detalle, si la imagen exacta y el dato sensorial son idénticos ¿cómo podrían diferir? Las diferencias entre el estado físico y la experiencia visual radican fundamentalmente en la interpretación que pueda hacer el observador de sus datos (OLIVE et al. 2005)

Se puede asumir que se ven cosas en común entre diferentes observadores, sin embargo no se pueden estar haciendo las mismas reflexiones, comprensiones e

interpretaciones de la experiencia física, en consecuencia no existiría diferencia en la visión sino diferentes interpretaciones. La interpretación hace parte del evento físico, está ligada inmediatamente a la forma óptica y con ello a la posibilidad de ver algo diferente. Reflexionemos ¿Cómo puede estar allí, en la visión las interpretaciones? ¿Cómo es posible ver un objeto de acuerdo con una interpretación? ¿veo realmente algo diferente cada vez o solamente interpreto de una forma diferente lo que veo? ¿Cómo llegan a organizarse las experiencias visuales? ¿Cómo es posible la visión?

De acuerdo con las imágenes que tenemos de nuestra realidad, nada óptico o sensorial se modifica, lo que si puede cambiar es la organización de la experiencia y la interpretación, la organización en sí misma no se refiere a las líneas o colores de la imagen sino a la manera en que se comprenden los elementos que interviene –luz, objeto, observador y medio- sin estos, solo podemos quedarnos con una configuración ininteligible de líneas. Se concluye que como se ha mencionado, vemos como interpretamos, en ello es importante la forma en la cual se tiene la experiencia visual, así la visión recoge la posesión de conocimientos y teorías acerca de lo que se ve.

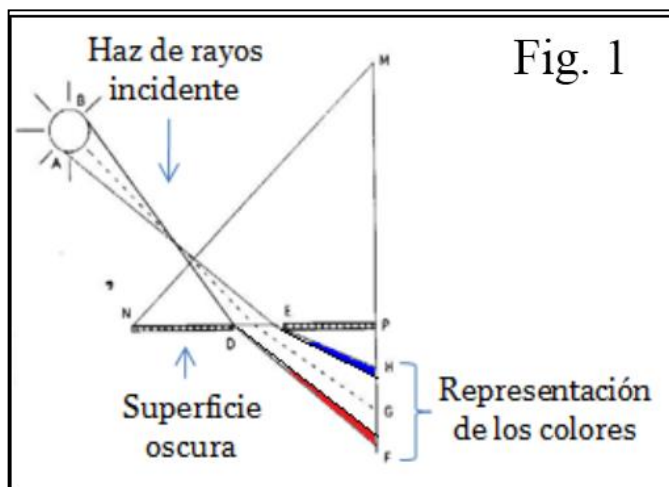
## **Modelos explicativos de la naturaleza y el comportamiento de la luz**

Son tres modelos que se analizarán en el desarrollo de las siguientes líneas y los aspectos relevantes que caracterizaron el estudio de Newton en la manera de proceder al construir explicaciones científicas; todos piensan de manera particular la naturaleza y comportamiento de la luz y a partir de tales consideraciones hacen una afirmación sobre la aparición de los colores. Cada modelo mecánico parte del “hecho” de que la luz al incidir en un medio refractante, genera una gama de colores, que según los diferentes modelos serán modificaciones en la naturaleza de la luz.



El modelo explicativo planteado por Descartes es desde su base, un modelo de analogías<sup>3</sup>, sobre las cuales se puede pensar en las distintas propiedades de la luz. Según el filósofo la luz se puede pensar como la materia sutilísima que llena todas las partes del espacio, y la concibe como un haz de bolas de tenis, que según como sean golpeadas por una raqueta podrán adquirir un movimiento de rotación y de traslación.

De esta manera el haz de luz al penetrar en un medio refractante por analogía con el golpe de la raqueta, adquiere un movimiento rectilíneo de propagación y un movimiento de rotación; planteada una situación experimental con las siguientes características: un



haz de luz que viaja a través de un prisma, el cual tiene recubierto con un cuerpo oscuro y un orificio la superficie oblicua a la superficie de entrada, como se muestra en la fig. 1<sup>4</sup>.

La situación experimental dejaba entrever que los colores azul y rojo siempre tendían a los puntos señalados en la figura (esto cuando no se retire la superficie oscura) por lo cual se comprende según Descartes que los colores o el efecto de

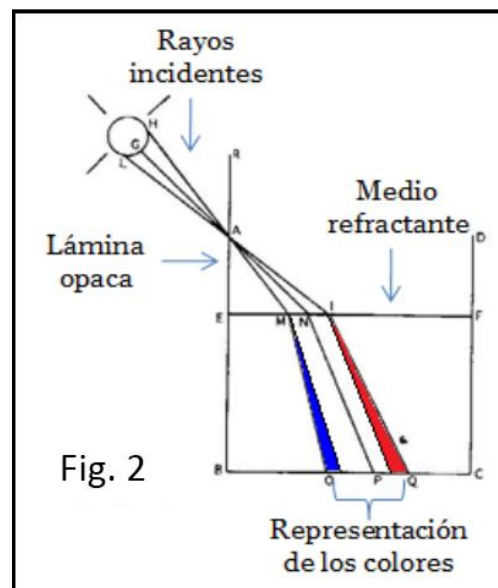
<sup>3</sup> Descartes hace coincidir tres maneras no siempre coherentes de concebir la luz: como un bastón, como un fluido de vino y como bolas sutilísimas. Michel Authier acerca de esto dice: "...presenta sucesivamente tres concesiones sobre la luz, descrita a un mismo tiempo, como un bastón, un fluido muy sutil y una serie de esferas diminutas en constante movimiento, todas estas imágenes, que sería impropio juzgar contradictorias, puesto que la coherencia global no parece ser una preocupación mayor en el filósofo de la razón, servirán, en múltiples ocasiones para resolver problemas..." "...¿no es el mismo que pretendía fundar todo sobre la razón quien propone una luz a la vez sólida como un bastón, líquida como el vino, y discontinua como esferas inmóviles y sin embargo móviles? Authier Michel. *La refracción y el "olvido" cartesiano* En: Historia de las Ciencias de Michel Serres. Paris, 1989. Cátedra. p.p. 306.

<sup>4</sup> La representación de los colores azul y rojo se evidencia en la mancha sobre la pared, las figuras que se muestran por los físicos mecanicistas y que aquí se representan e interpretan, se puede prestar para malas interpretaciones.

los colores es una consecuencia de la modificación -debido a la alteración de las superficies oscuras en los puntos D y E- en los movimientos translacional y rotacional de los corpúsculos sutilísimos del haz de luz (GRANÉS 2001).

Por otro lado, Grimaldi considera la naturaleza física de la luz como un fluido, y los colores, como la evidencia empírica de la modificación en las densidades de los rayos de luz que constituyen el haz, es el efecto de los colores un cambio en la tensión o constitución de la luz, puesto que los rayos que componen el haz se van a encontrar más apretados en una parte que en la otra cuando atraviesan el medio refractante.

La construcción experimental que elabora Grimaldi sustenta que la modificación en el haz de luz proviene de la misma luz. Grimaldi toma tres rayos de luz nacientes del sol, dos de los cuales proviene de los extremos y el tercero provendrá del centro, que conformaran un haz de luz; hace pasar tales rayos a través de un agujero A en una superficie opaca ER que caerán sobre un medio refractante y posteriormente sobre una superficie blanca (como se muestra en la fig. 2) así aparecerán los colores que se visualizan en el arco iris.

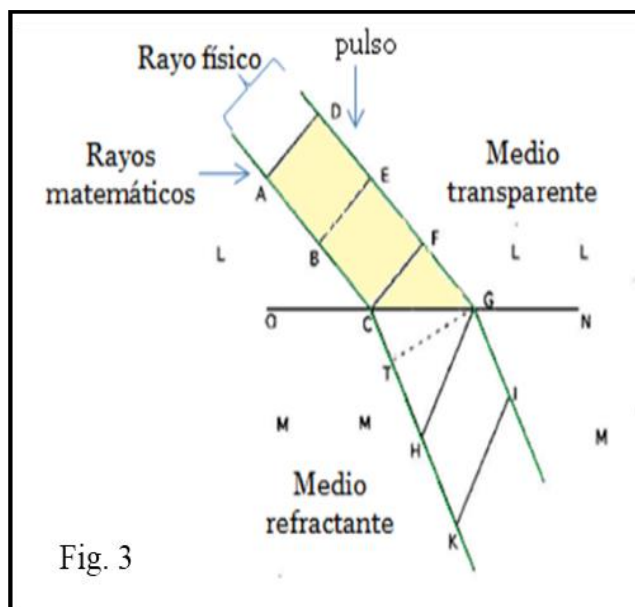


Basado en la refracción Grimaldi muestra geoméricamente que el rayo saliente del centro del sol, que bisecta los conos LHA y AMI, al refractarse no será ya la bisectriz del cono MIOQ formado después de la refracción.

Una tercer argumento a diferencia de Descartes y Grimaldi lo propone Hooke, la formalización que hace de la explicación que asume ser más elaborada. La naturaleza de la luz de Hooke se representa como un pulso o una onda, se considera que no hay cuerpos luminosos sino cuerpos en menor o mayor grado de

movimiento, sustenta que los cuerpos experimentan movimientos vibratorios rápidos y de muy débil amplitud, generando así un efecto de cuerpos luminosos. Caracteriza la propagación de tales movimientos de la siguiente forma: el medio transparente debe ser susceptible de adquirir el movimiento y transmitirlo, así todas las partes de tal medio deben ser de la misma naturaleza, el movimiento vibratorio debe ser comunicado a una distancia imaginable en el mínimo de tiempo imaginable y se propaga en tal medio siguiendo líneas rectas radiales al movimiento vibratorio (GRANÉS. 2001).

En el análisis del modelo de Hooke es importante mencionar la relación que hace de la propagación de los movimientos y el medio en el cual tiene existencia tal propagación; teniendo en cuenta que los medios transparentes no son homogéneos los unos con los otros, hay medios que propagan el movimiento de manera rápida pero débil y hay otros medios que propagan el movimiento de manera lenta pero fuerte. La situación experimental que plantea se encuentra enmarcada en el pensamiento que



Descartes propuso sobre la relación del seno del ángulo de incidencia y seno del ángulo de refracción<sup>5</sup>, con relación a las densidades de los medios respectivos. Un rayo físico y dos rayos matemáticos, que se compensarán entre sí para el análisis del fenómeno de la aparición de los colores, son provenientes de un cuerpo luminoso lejano y que se propaga en un medio transparente como se muestra en la fig. 3.

<sup>5</sup> En las páginas siguientes veremos una formalización del fenómeno de la refracción.



insta en caracterizar lo novedoso de la forma de hacer investigación científica, se empezaría por insinuar que éste nos plantea una forma de concebir un mundo físico y la manera como desde él se pueden derivar unos principios o leyes, en palabras de Blanche: *“Newton no descubrió la gravitación celeste en el sentido de que él hubiera tenido la primera idea de ella, la descubrió en el sentido de que fue el primero que logró matematizarla y someterla así a un control experimental preciso. Hace pasar a la gravitación del estado de una conjetura más o menos verosímil, completamente en el mismo nivel que las conjeturas rivales, al de una verdad científicamente establecida”* (BLANCHE. 1980)

Las formas de proceder son interesantes en la medida en que orientan maneras de enfrentarse a los fenómenos ópticos. Nuevas maneras de preguntarse y preguntarle a los fenómenos. Ya no sólo se relaciona el fenómeno y lo que se puede decir desde lo perceptible sin tratando de hacer abstracción; con Newton la mecánica adquiere un carácter racional comparable al que Euclides diera a la geometría. Esto por cuanto se pasa de la mecánica como comprensión especulativa de la naturaleza para estar regida por leyes, por axiomas que definen la manera en que se presentan los fenómenos (BLANCHE. 1980)

Estas intenciones permiten orientar los procesos de investigación científica, de acuerdo a la concepción - las ideas y teorías- se presenta el hecho de la observación y por consiguiente se condiciona la experiencia y el montaje experimental; reflexión que en el diseño de una propuesta de aula permita proponer y elegir modelos experimentales a fin de corroborar leyes o propiciar estudios sobre fenómenos de la naturaleza. Newton siempre propone deducir las leyes de los fenómenos, es decir, deducir las causas de los efectos. Inicialmente las leyes físicas se enunciaban como principios de donde los fenómenos podían deducir, respecto al fenómeno gravitatorio dice: *“No he podido todavía llegar a deducir de los fenómenos la razón de estas propiedades de la gravedad, y no imagino hipótesis alguna, Pues todo lo que no se deduce de los fenómenos es una hipótesis; y las hipótesis, sean*

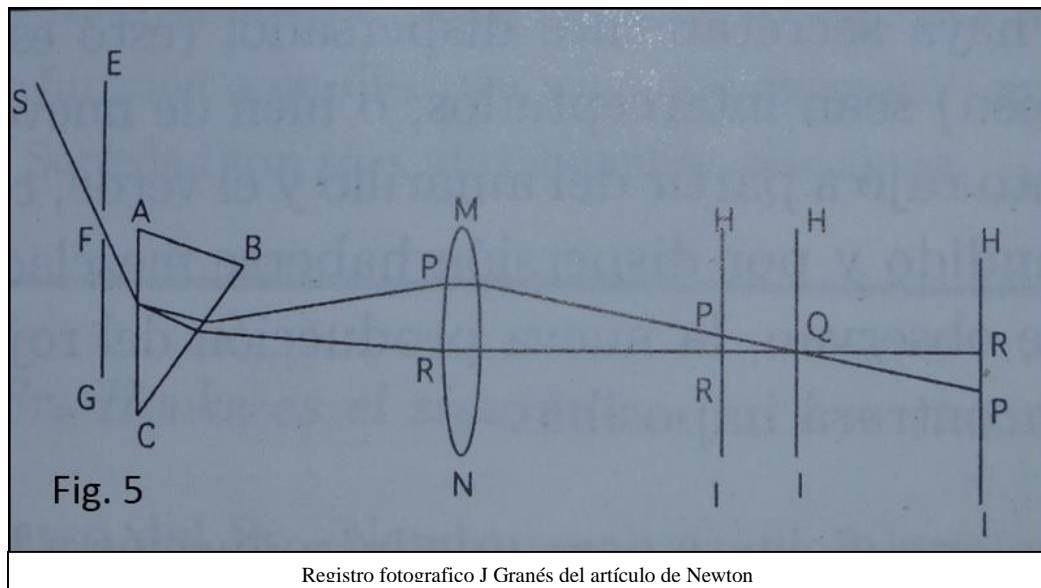
*metafísicas, sean físicas, sean mecánicas, sean las de las cualidades ocultas, no deben ser recibidas en la filosofía experimenta”* BLANCHE. 1980)

### CUADRO COMPARATIVO

	DESCARTES	GRIMALDI	HOOKE
<b>¿Cómo se comprende la naturaleza de la luz?</b>	Como un haz de corpúsculos sutilísimos	Como un fluido de carácter sustancial	Como un pulso
<b>¿Por qué se produce el color?</b>	La evidencia empírica de la modificación del movimiento de los corpúsculos que componen el haz	Evidencia empírica de la modificación en la intensidad de los rayos que componen el haz de luz	La evidencia de la modificación de la sección transversal del pulso, cuando penetra en el segundo medio

Newton propone un modelo explicativo desde la instancia del descubrimiento, el físico y matemático inglés es hábil al observar que el problema no reside en el fenómeno óptico del color, sino en la deformación geométrica del rayo de luz al ser refractado en un prisma, pues de acuerdo a los estudios de la ley de la refracción se esperaría una mancha circular en la pared y no oblonga como se encuentra en la experiencia newtoniana; a través del denominado *el experimentum crucis*<sup>6</sup>, en la figura 5 se puede ubicar como un rayo inicialmente deformado, no puede ser más alterado ni por reflexión ni por refracción, y así surge la premisa de la teoría como el sustento o la manera de proceder en el pensamiento matemático, revelando que la causa del alargamiento en el espectro es debido a:

<sup>6</sup> Se puede leer en Granés; al traducir a Newton: “la eliminación gradual de estas sospechas –las posibles causas circunstanciales- me llevo al final al *experimentum crucis*”



- La luz blanca es una mezcla de rayos de diferentes colores, es decir que los colores son propiedades de la luz y son distintos en distintos rayos
- Cada rayo de color se refracta de manera distinta, al mismo grado de refrangibilidad le pertenece el color y cada grado de refrangibilidad un color.
- La refrangibilidad de la luz no depende de los medios refractantes sino que reside en la luz, no se puede alterar el rayo ya refractado.

Notablemente la explicación de la luz y los colores newtoniana dará mucho para hablar con respecto a la idea de ciencia subyacente al siglo XVII, la visión del experimento en la elaboración de explicaciones, la forma matemática en la teoría, el debate de paradigmas por el carácter de certeza, política, religiosidad y aseveraciones conceptuales, de cómo cambia la manera de proceder en la ciencia como investigación.

## La óptica una construcción histórica en las ciencias

La ciencia está construida por teorías: colección de principios, conceptos o proposiciones que facilita su explicación causal, predicción o intervención. Las

teorías se basan en mecanismos y patrones, a través de los cuales se definen explicaciones y que tiene un estudio riguroso. En principio las verdades lógicas, fundamentales e inentendibles de una teoría se derivan en el tiempo, son construcciones humanas limitadas a su momento histórico y cultural, así retornar a la historia y filosofía tras el concepto empodera al maestro.

Se ha ilustrado que la reflexión del maestro desde el estudio de los contenidos de enseñanza engrandece las prácticas de la enseñanza, en correlación cuestionarse ¿en qué momento histórico se origina del estudio de los fenómenos ópticos? ¿Cuáles son los modelos explicativos reconocidos en la comunidad científica de los fenómenos ópticos? ¿Quiénes fueron los antecesores a los autores que estudiaron la ley de la reflexión y refracción? ¿Qué relaciones físicas se pueden establecer sobre la formación de sombras? ¿Qué tipo explicaciones físico-geométricas son reconocidas de la ley de la reflexión y refracción? ¿Qué tipo de formalizaciones geométricas se utilizan en la escuela para la enseñanza de la ley de la reflexión y refracción? Estas cuestiones permiten ampliar la mirada sobre el problema de la refracción. En el texto la refracción y el olvido cartesiano (AUTHIER. 1989) es un escrito sobre la manera como se han estudiado históricamente los fenómenos ópticos.

Elementos relevantes en la historia de los estudios de los fenómenos ópticos como: la preocupación filosófica de explicar la naturaleza de la luz, la propuesta de Euclides respecto a la línea recta en el sentido de la propagación y el primer tratado de Catóptrica, se exploran las primeras ideas del cono perspectivo y las aseveraciones que confirman que solo una explicación geométrica de los instrumentos ópticos desproveería del carácter sustancial a la luz, un solo ojo participaría en la visión y la visión binocular no tendría existencia; a saber la luz se convertía cada vez más en un modelo de rayo rectilíneo y alcanzará en la óptica árabe, el cambio del cono perspectivo por la idea de rayo de luz que sale del objeto para penetrar en el ojo. Authier plantea: *“Al invertir el sentido de propagación del*



*rayo, la óptica árabe aporta respuestas innovadoras...” “El problema de la percepción, en cambio, se renueva, aunque enormemente complicado por el principio de la descomposición puntiforme del objeto en una multitud de rayos que el ojo debe recomponer”” A partir de este momento, la refracción se convertirá en el problema clave de la óptica, tanto de la fisiológica como de la geométrica”<sup>7</sup>*

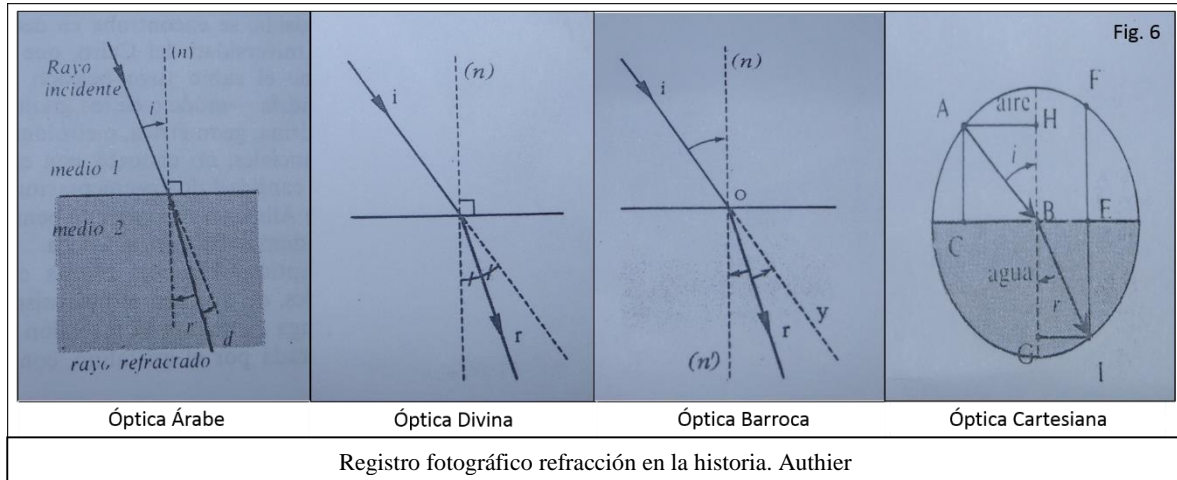
En los aportes del matemático - físico Alhacam a la explicación del fenómeno de la refracción se reconocen epistemológicamente (uso de herramientas geométricas y organización lógica) los conceptos tales como el ángulo de incidencia, el ángulo de refracción y la normal, al describir los fenómenos con ayuda de principios y reglas. Por otro lado, desde la religiosidad se sitúa al estudio de la óptica en el centro de la concepción del mundo físico, las consecuencias son considerables, toda filosofía es impensable sin la matemática, todas causas de los efectos naturales deben expresarse mediante, líneas, ángulos y figuras y a saber la razón de los efectos, suscita debates alrededor del arco iris; sin embargo la pintura arranca a la óptica de los filósofos y teólogos para convertirla en un objeto profano, Leonardo da Vinci inaugura la renovación de los estudios de la óptica, en 1590 y se fabrican las primeras gafas de vidrios divergentes; la idea de anteojo astronómico propicia análisis, montajes experienciales en Galileo (Dióptrica), donde se visualiza el reconocimiento de los principios de reflexión y refracción en la explicación del funcionamiento de los instrumentos ópticos, más sin embargo no hay formalización de la ley de refracción. En la figura 6 se evidencia las diferentes representaciones graficas desde la ley de refracción (AUTHIER. 1989).

Se comprende que la inversión cartesiana no hace un reconocimiento de otros trabajos y hace una disolución del estudio de los fenómenos ópticos, que inventa un nuevo sabio, olvidado de la historia y con el argumento de la razón trata al conocimiento como algo “mágico” de la ciencia, de ahí que lo esencial sea tener

---

<sup>7</sup> Authier Michel. 1989. *La refracción y el “olvido” cartesiano* En: Historia de las Ciencias de Michel Serres. Paris,. Cátedra. p.p. 293-294.

diferentes modelos para deducir de alguno de ellos las causas de la experiencia sensible.



Descartes hace un planteamiento de la ley de la refracción de acuerdo con los senos de los ángulos de incidencia y refracción –ley formulada por Snellius (1591-1626)- a partir del establecimiento de esta ley y el perfeccionamiento de los instrumentos ópticos van a aparecer otros fenómenos nuevos como la difracción, la doble refracción, la interferencia y la polarización, sin embargo no logra dar con una explicación sin acudir a las metáforas o analogías de la naturaleza de la luz en el fenómeno de la refracción.

Ya para finales del siglo XVII otros pensadores propugnan nuevas comprensiones sobre la naturaleza y el comportamiento de la luz, De acuerdo con Christian Huygens *“Quiero pues creer que aquellos que gustan conocer las causas y saben admirar las maravillas de la luz encontraran alguna satisfacción en estas distintas especulaciones que la examinan y en la nueva explicación que su insigne propiedad que constituye el principal fundamento de la construcción de nuestros ojos y de aquellas grandes invenciones cuyo empleo se extiende”* (HUYGENS et al. 1945)

De acuerdo con lo anterior se reconoce a ese físico la definición de la luz como un movimiento ondulatorio semejante al que se produce con el sonido, sin embargo en su momento histórico la teoría no fue tan aceptada como la newtoniana. Para la

propagación de las ondas lumínicas se postula como medio a una materia insustancial e invisible a la cual se le llamó éter, justamente la presencia del éter fue el principal medio cuestionador de la teoría ondulatoria, después de un siglo los experimentos del médico inglés Thomas Young sobre los fenómenos de interferencias luminosas, y los del físico francés Auguste Jean Fresnel sobre la difracción fueron decisivos para que se reconsiderara los estudios de la teoría ondulatoria de la luz expuesta.

## **Luz y sombra una formalización de fenómenos ópticos**

Veamos en los siguientes párrafos la comprensión que se construye en el acercamiento a la sombra como fenómeno óptico, desde la perspectiva de la interpretación de propuestas de aula; el estudio de las sombras en este escrito, en específico se orienta por la intención de construir con los estudiantes explicaciones alrededor de la trayectoria que sigue la luz al desplazarse.

Hay que tener en cuenta que en los libros de texto e información virtual suele explicarse que la luz no puede atravesar los cuerpos opacos y como consecuencia se evidencia el fenómeno óptico de formación de sombra y penumbra, en relato se puede afirmar la sombra es una evidencia de camino que sigue la luz si la fuente luminosa es grande, pero si está lo suficientemente lejos de la pantalla, se forman sombras nítidas. Si por el contrario la fuente es grande y está ligeramente cerca de la pantalla, se forman sombras no tan nítidas; desde luego ha de recordarse que esta zona en la cual llegan los rayos emitidos de la fuente, que no chocan directamente con el cuerpo, sino que cruzan con extremos de la fuente se llama penumbra.

Desde luego encontrar en el estudio de las sombras la posibilidad de definir o caracterizar elementos en lo que vemos y cómo lo vemos permite cuestionarse por ¿Qué aspectos inciden en que podamos observar la sombra de un cuerpo? ¿Qué

influye sobre la nitidez de una sombra? ¿Cómo las sombras en las actividades de clase nos permiten hacer relaciones entre el observador, la luz y los cuerpos opacos?

Si se piensa el objeto como un espacio geométrico de infinitos puntos (fuentes puntuales según Alhacám) y del mismo modo, la retina como la composición de infinitos puntos receptores, donde cada punto del objeto convergerá en un punto específico de la retina, a través de un haz de luz limitado que puede entrar; se establece una relación entre espacio visual (medio), el observador, las características físicas de la luz<sup>8</sup>.

En tales interrogantes se entiende que el estudio de la formación de sombras es formalizado a través de relaciones geométricas espaciales<sup>9</sup>, por lo menos desde el punto de vista Euclidiano, se identifican relaciones de proporcionalidad, de conservación y medida, es usual que se haga uso de entidades de la geometría como la distancia, la longitud, el ángulo, la superficie, para acercarse a realizar cuantificaciones espontáneas (OCHAITA. 1993)

Estudiar a Jean Piaget en referencia a las sombras, evidencia la operación de proporcionalidad<sup>10</sup> en los niños (del pensamiento preoperatorio) a través de la forma

---

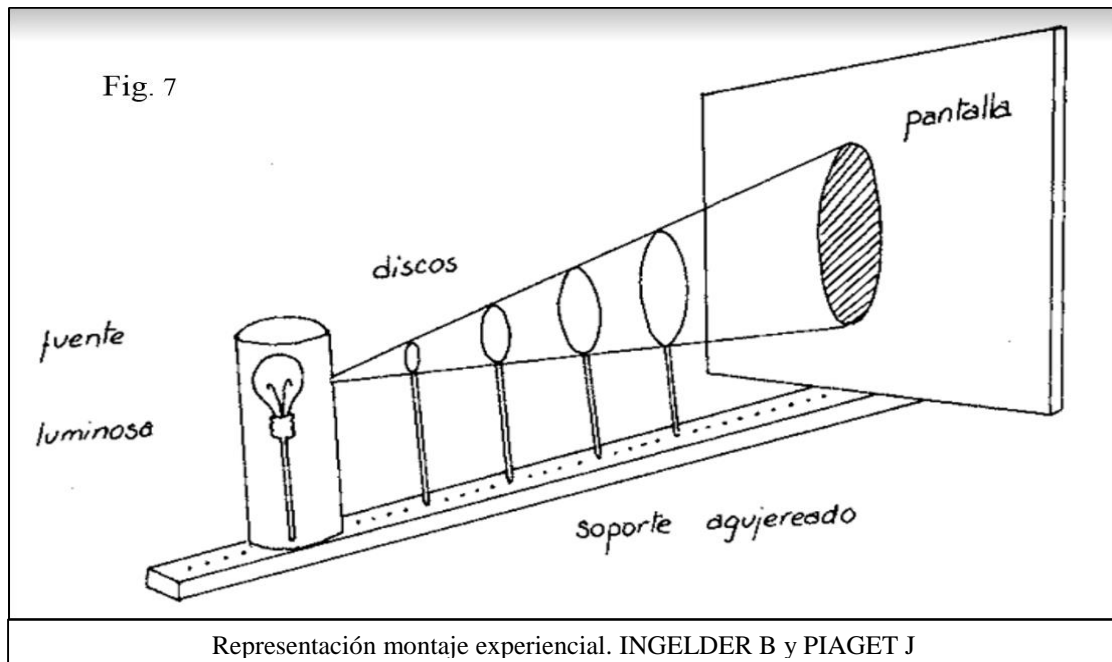
<sup>8</sup> Para más detalle se puede revisar un artículo de la profesora Enrica Giordano en ; <http://didascienze.formazione.unimib.it/lucevisione/Index.html>

<sup>9</sup> Para profundizar en estas consideraciones de Piaget y otros estudios se puede referenciar a OCHAITA E. 1983. La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial. Tomado de: Estudios de Psicología. N° 14. España.

<sup>10</sup> Recordemos que para Piaget existen las operaciones concretas y las operaciones formales según él: “una operación concreta no sólo es una acción interiorizada que se combina con otras en sistemas de conjunto reversibles: también es, y por ello mismo, una acción acompañada de una toma de conciencia de su propio mecanismo y sus propias coordinaciones” y en contraposición a las operaciones formales “al mismo tiempo que constituyen sistemas de conjuntos (clasificaciones, seriaciones, correspondencias, etcétera) operan gradualmente sin tomar en cuenta en el caso de cada relación parcial al conjunto de las otras; en cambio, lo propio de las operaciones formales reside en considerar, en cada caso, todas las combinaciones posibles y agrupar así las relaciones parciales en función continua del conjunto de las partes”. PIAGET J. La igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexión, y las operaciones de implicación recíproca. Tomado de: INGELDER B y PIAGET J. 1972. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Editorial Paidós. Buenos aires. Pág. 7

como organizan explicaciones sobre la formación de sombras. Dar cuenta del tipo de reflexiones y operaciones que debe hacer un sujeto para llegar a construir el concepto de proporcionalidad: conjunción, disyunción, contención, reciprocidad, etc., en palabras de Piaget supone que *“La ley que el sujeto debe encontrar en la experiencia es muy simple. Entre una fuente luminosa y una pantalla de proyección se interponen círculos de diámetros variados y el tamaño de la sombra que se obtiene resulta directamente proporcional al diámetro de estos círculos e inversamente proporcional a la distancia comprendida entre la fuente luminosa y los círculos”* (PIAGET. 1972).

En este sentido, se reconocen aspectos tales como la seriación de los tamaños de los círculos y los tamaños de las sombras en correspondencia con las distancias – de acuerdo con el esquema referenciado en la figura 7, así mismo se ve que los niños dejan de pensar que la luz se encuentra “en todas partes, y establecen una correspondencia entre los tamaños decrecientes de la sombra de un mismo objeto y las distancias progresivas a partir de la fuente luminosa para comprender que cuanto más cerca de la pantalla esté el objeto más pequeña será la sombra. Por otro lado, las relaciones planteadas por los niños se hallan subordinadas a la representación geométrica de los rayos divergentes, y en consecuencia el sujeto calcula sus distancias a partir de la vela y ya no a partir de la pantalla de proyección (PIAGET. 1972)



Al diseñar las posibles actividades que permitieran trabajar las sombras con los estudiantes, se reflexiona que éstas se resuelven con un problema geométrico, con lo cual el estudiante no se reta a pensar otras propiedades relacionadas a la luz como la afectación del cambio de medio en el que se propaga. En esta medida el estudio de la formación de sombras, aporta a este trabajo discusiones sobre la estructuración geométrica del comportamiento de la luz y es un pretexto para hacer reflexiones sobre las clases de física.

## Leyes en la explicación de los fenómenos ópticos. Huygens y Fresnel

Se ha comprendido que la construcción de explicaciones en ciencias está dispuesta en las sociedades desde diferentes maneras de asumirla, de proceder, de idealizar y cuantificar, las aseveraciones científicas cuentan con historia, vidas, estudios rigurosos, que al convertirse en verdades lógicas no significan que sean absolutas

e invariables, en este sentido, se acentúa la idea de la ciencia como construcción colectiva humana, dispuesta a la discusión de ideas y observaciones.

Por lo que hasta aquí respecto a la explicación de naturaleza de la luz y la relación con algunos fenómenos ópticos se ha expresado, hay un acumulado de ideas para comprender el contexto en el que se ha de escribir la teoría ondulatoria de la luz.

A pesar de los alcances y debates que propicia la teoría corpuscular de la luz, ésta modelización era incapaz de explicar el fenómeno de interferencia, los fenómenos de difracción y el hecho de que los cuerpos no perdían masa al emitir corpúsculos. La teoría de Newton no alcanzó a explicar algunos eventos y fue discutida por sus contemporáneos, entre ellos Hooke y Huygens, quienes sostenían una idea de la naturaleza ondulatoria de la luz. Huygens escribe un tratado de la luz, en el cual hace meditaciones en torno a los rayos que se propagan directamente y eventos relacionados con los fenómenos de la reflexión y refracción; sin embargo, debido a la influencia newtoniana y a la no profundización de las formalizaciones, la teoría ondulatoria quedó descartada durante más de un siglo.

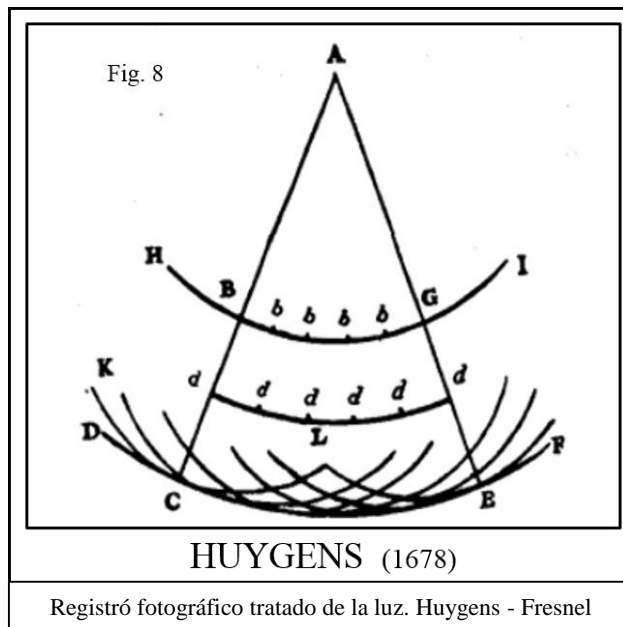
Para el siglo XIX la comunidad científica deseaba ambientes de crítica y transformación, aunque no se había abandonado el pensamiento corpuscular; Arago promueve en la comunidad francesa la reflexión de los trabajos de Fresnel y a través del reconocimiento de las experiencias de Young, se obtiene una teoría que posibilita la explicación sobre fenómenos de la Difracción. En una explicación fresneliana de la difracción Saldaña plantea: *“De cualquier manera Arago abandono la teoría corpuscular implícita en su “Memoria sobre los colores de las láminas delgadas”...Arago desempeñaría un papel decisivo en la difusión de la teoría ondulatoria de la luz en Francia, Fresnel era un desconocido en el medio científico francés, y sin el apoyo y la orientación de Arago hubiera continuado desorientado en sus investigaciones”* (SALDAÑA. 1983).

Apropiarse de los estudios de la teoría ondulatoria de la luz es el sustento teórico sobre el cual se responde a los interrogantes en relación con otro tipo de fenómenos ópticos, esta lectura ha permitido concluir que las formalizaciones dispuestas en los libros para la enseñanza de la física en la escuela, están descontextualizadas y sin historicidad del concepto; se pretende a continuación evidenciar la reflexión que hace el licenciado en física respecto a la propagación rectilínea de la luz, la explicación de los fenómenos de reflexión y refracción dispuestos en el tratado de la luz de Huygens – Fresnel.

De acuerdo a la construcción de Huygens propone en su libro en el capítulo primero, es pertinente preocuparse por la comprensión de la propagación de la luz, a su referencia escribe: *“puede concebirse que la luz se propague sucesivamente por ondas esféricas. En primer lugar, se sigue de lo dicho de la producción de la luz, que cada pequeño punto de un cuerpo luminoso, como el sol, o una vela o un carbón ardiendo engendra sus ondas cuyo centro es ese punto... Así este número infinito de ondas que nacen en un mismo instante de todos los puntos de una estrella fija – posiblemente tan grande como el sol- forma sensiblemente una onda que puede tener bastante fuerza para impresionar nuestros ojos”* (HUYGENS et al. 1945).



Cada onda engendada asume tener un frente de onda primario que sirve como fuente de ondas esféricas secundarias, además estas se propagan con una rapidez igual a la de la onda primaria; si se considera un medio elástico<sup>11</sup> cuyas propiedades son las mismas en todas las partes del medio y en todas direcciones, en referencia esto y con la necesidad de concebir una idealización en la trayectoria de la

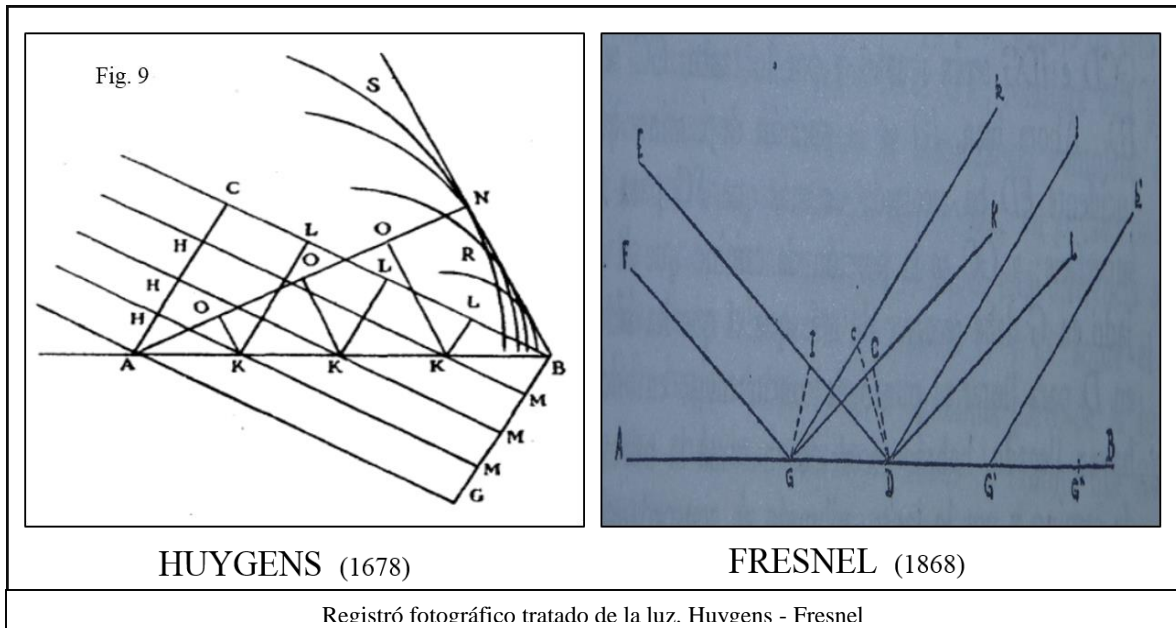


propagación, se considera que al *rayo de luz* como la trayectoria de las líneas rectas radiales que parten de los diferentes puntos de la fuente luminosa; siendo así el modelo de rayo de luz, una propagación de la onda luminosa en línea recta, en la figura 6 se evidencia la representación gráfica dispuesta en el tratado para su comprensión.

De acuerdo con tales aseveraciones se estudiara el comportamiento de un rayo de luz sobre una interface, entendida ésta como la superficie que separa dos medios distintos, con propiedades distintas entre sí. Tendremos frentes de onda que se propagan en un medio homogéneo con una velocidad  $v_1$  y que al incidir sobre otro medio también homogéneo, los frentes de onda ahora engendrados se propagan unos de regreso al medio con la misma velocidad y los otros al otro medio con una velocidad  $v_2$  distinta a la que traía del medio anterior.

<sup>11</sup> Respecto a esto Huygens nos dice “si se quiere investigar alguna otra forma en que el movimiento de la luz se comunica sucesivamente, no se encontrara ninguna más conveniente que la elasticidad, que parece necesaria, puesto que si este movimiento disminuyera a medida que se divide entre más materia alejándose de la fuente de luz, no podría conservar tan gran velocidad en tan grandes distancias”. *Ibíd.* Pág. 50

Ocupémonos ahora de vislumbrar las ideas del rayo de la luz que se propaga de retorno al medio, al incidir con una superficie<sup>12</sup>, este evento se convierte en el responsable de la mayor cantidad de luz que llega a nuestros ojos, gracias a la reflexión podemos ver, observar, mirar ver el entorno, propiciar procesos de comunicación - conocimiento – información.



La formalización descrita para el siglo XVII y convalidada en el siglo XIX en lo que a esta eventualidad representa se parafrasea de Huygens en los siguientes párrafos, de acuerdo al modelo en 1678 y la figura 9, AB es "Una superficie plana y pulida" y AC es "parte de una onda de luz" cuyo centro está en el infinito, nótese como la sección C de la onda de AC en un momento determinado, han avanzado hasta el plano AB en el punto B, siguiendo la línea CB. Ahora, en el mismo tiempo, el punto A de la misma onda, regresa lo que fue impedido de comunicar en su movimiento al plano AB, al menos en parte, debe haber continuado su movimiento en este medio, esto se evidencia con la onda esférica descrita por la circunferencia

<sup>12</sup> recordemos que el tipo de reflexión depende del tipo de superficie, cuando se da en una superficie lisa, se llama reflexión especular, por otra parte si la reflexión es en una superficie rugosa de denomina reflexión difusa.

SNR. Teniendo en cuenta entonces la otra sección de la onda AC, los puntos H, han alcanzado la superficie AB en rectas paralelas a HK y CB, y han generado ondas circulares particulares con centro en K, estas circunferencias emergentes tienen una tangente común la línea recta BN, de lo cual se ha de asumir que BN es la propagación de la onda de AC en el momento el punto C ha llegado a B (HUYGENS et al. 1945).

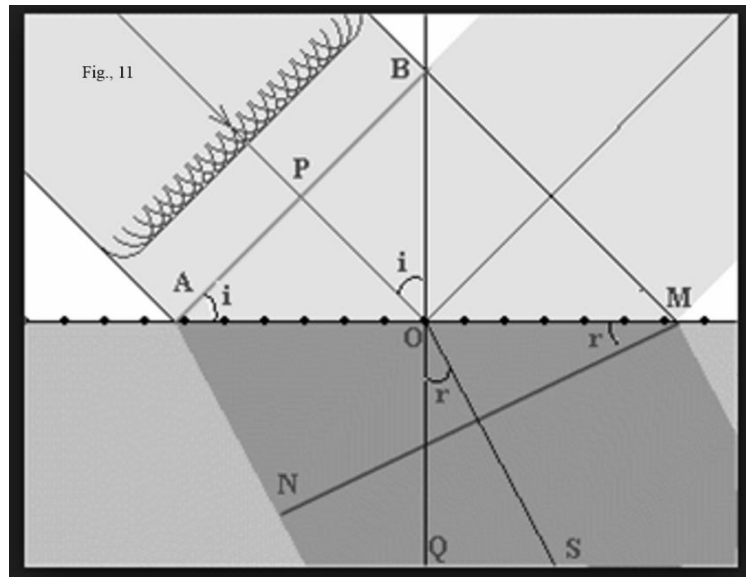
Aunque en los textos de Huygens y Fresnel no se acude a señalar la relación que guardan los ángulos de incidencia  $\theta_i$  y reflexión  $\theta_r$ , ha de comprenderse que las experiencias han mostrado que son iguales, razón por la cual se reconoce en este hecho un principio de la reflexión<sup>13</sup>.

$$\theta_i = \theta_r$$

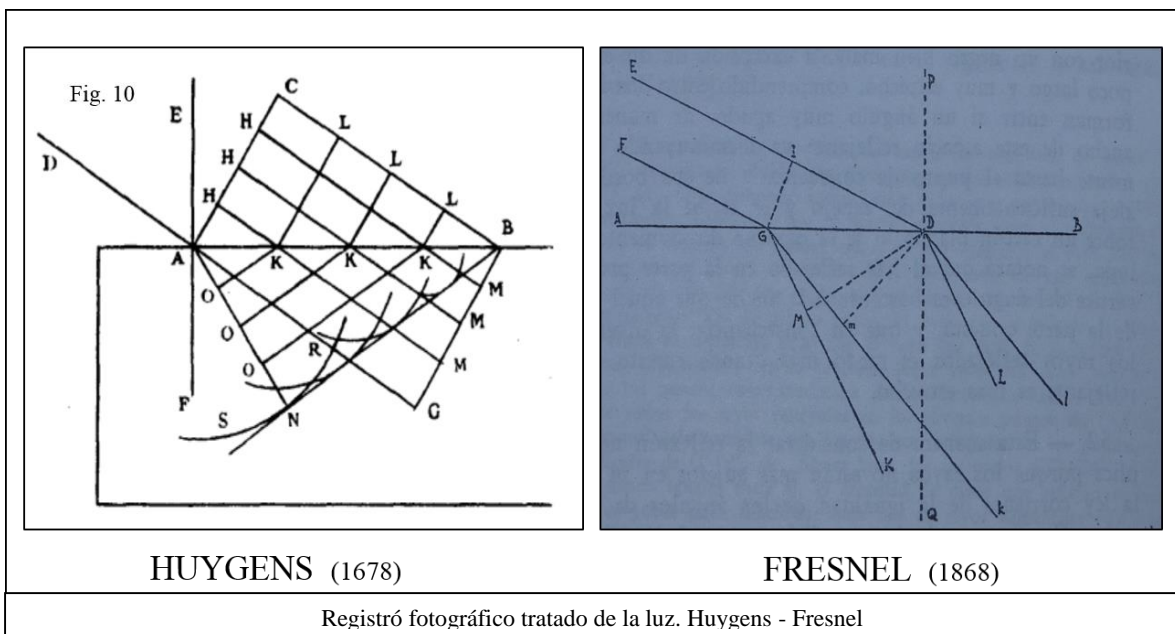
Ya en relación con la comprensión de la modificación en el movimiento de la luz al cambiar de medio de propagación, conocido fenómeno como la ley de la refracción debemos considerar un frente de onda **AB** y perpendicular a él un rayo de luz **P** que avanza en el primer medio, se tiene que la incidencia del frente de onda se da sobre el punto **A** formando un ángulo  $i$  o  $\theta_i$  de incidencia que se señala en la figura 10 y 11.

---

<sup>13</sup> Para profundizar a cerca de las formalizaciones acercarse los textos: MEJÍAS R. MARTÍNEZ H. 1999. óptica geométrica. Ed. Síntesis. SEARS W. 1963 Fundamentos de Física III: Óptica. Aguilar, Madrid.



Tomado de: FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/reflex\_Refrac/A\_demostr\_Snell.gif



HUYGENS (1678)

FRESNEL (1868)

Registró fotográfico tratado de la luz. Huygens - Fresnel

A partir de esto ha de considerarse el tiempo  $t$ , como el tiempo que tarda el rayo de luz en recorrer la distancia **BM** a la vez que la parte del frente de onda incidente en **A** recorre la distancia **AN**; el rayo de luz que parte del punto **A** avanzara con una velocidad reducida, según las propiedades del medio (AUTHIER. 1989)

Nótese que el ángulo  $r$  o  $\theta_r$ , entre el frente de onda refractado y la interface, es el mismo que el ángulo refractado y la normal de la interface, al igual que el ángulo de incidencia  $i$  o  $\theta_i$ .

Ahora bien si tenemos en cuenta la proyección geométrica de la ilustración o figura 9, los triángulos rectángulos que se forman y la influencia de la penetración del rayo modificado sobre el segundo medio que con base en las formulaciones trigonométricas corresponde al seno del ángulo en la relación, tanto en el ángulo de incidencia  $\theta_i$  como en el ángulo de refracción  $\theta_r$ , la relación formal que daría cuenta la alteración, en referencia:

$$\text{sen}\theta_i = \frac{BM}{AM} \text{ Para el triángulo ABM} \quad \text{y} \quad \text{sen}\theta_r = \frac{AN}{AM} \text{ Para el triángulo ABM}$$

De lo cual se obtiene

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r} = \frac{\frac{BM}{AM}}{\frac{NM}{AM}} = \frac{BM}{NM}$$

Esta expresión hace referencia a la proyección del rayo y las distancias que está recorriendo el mismo en el medio diferente, tales distancias quedan expresadas en términos de las velocidades respectivas a cada medio y de acuerdo a lo expuesto en los párrafos anteriores. Las distancias respectivas estará dispuestas por

$$BM = v_i t \quad \text{Y} \quad NM = v_r t$$

Sustituyendo esto en la ecuación se obtendría  $\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}\theta_r} = \frac{v_i}{v_r}$

Para aclarar un poco más la relación de las velocidades que se dan en cada medio, es necesario plantear que al ser medios diferentes, tales velocidades dependen de los índices de refracción de cada medio, entendido éste como relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad respectiva en el medio, es decir:

$$\eta_i = \frac{c}{v_i} \text{ Índice de refracción del medio incidente}$$

$$\eta_r = \frac{c}{v_r} \text{ Índice de refracción del medio refractante}$$

Por lo tanto la expresión que da cuenta de la proyección del rayo de luz sobre el medio, está relacionada directamente con los índices de refracción de los medios respectivos, conocida como la ley de refracción o de Snell<sup>14</sup> y que está representada de la siguiente manera:

$$\frac{\frac{\text{sen}\theta_i}{\eta_i} = \frac{c}{\eta_i} = \frac{\eta_i}{\eta_r} \Rightarrow \frac{\text{sen}\theta_i}{\eta_i} = \frac{\eta_i}{\eta_r}}{\frac{\text{sen}\theta_r}{\eta_r} = \frac{c}{\eta_r} = \frac{\eta_r}{\eta_r}}$$

El estudio de Snellius no fue reconocido, a pesar de saberse por algunos pensadores de su época, sin embargo produjo experiencias fundamentales en el desarrollo de la óptica geométrica, al posibilitar nuevos escenarios de estudio y el perfeccionamiento en algunos instrumentos ópticos.

---

<sup>14</sup> Este tipo de formalizaciones confluyen por el reconocimiento de las explicaciones a la ley de Snell, esta formalización se puede seguir en los textos: MEJÍAS R. MARTÍNEZ H. 1999. óptica geométrica. Ed. Síntesis. SEARS W. 1963 Fundamentos de Física III: Óptica. Aguilar, Madrid.

## **DISEÑO E INTERPRETACIÓN DE LA PROPUESTA PEDAGOGICA**

Generalmente el estudio de los fenómenos ópticos en la educación básica se asume desde perspectivas metodológicas y didácticas que privilegian modelos de representación centrado en formalizaciones matemáticas o en el uso de situaciones típicas como la alineación de alfileres, la proyección de laser en un espejo y el esfero partido en el vaso con agua, que son interpretadas desde tres leyes empíricas: propagación rectilínea de la luz, reflexión y refracción.

En la presente propuesta se busca que el estudiante comprenda, reflexione, analice las situaciones y conceptos de manera consciente, más allá de aprender, cómo proyectar ángulos de incidencia o reflexión, determinar índices de refracción o memorizar algoritmos matemáticos para definir comportamiento de la luz, se trata de proponer situaciones experienciales para discutir en colectivo y responder preguntas tan cotidianas como: ¿Todos vemos lo mismo? ¿En qué forma lo vemos? ¿De qué depende lo que vemos? ¿Por qué las sombras se alargan o acortan de acuerdo con ciertos movimientos? ¿Cómo se comprenden los espejos? ¿Qué sucede cuando observo un objeto sumergido en un medio distinto al aire? y establecer criterios comunes de comprensión de los fenómenos ópticos en el salón de clase.

Sobre las consideraciones anteriores, es necesario cuestionar ¿Cómo a través de la construcción de explicaciones en la enseñanza de la óptica, es posible promover en los estudiantes una participación crítica, reflexiva y comunicativa de su entorno? ¿Qué tipo de prácticas pedagógicas se requieren vivenciar? Pensar acerca de estas cuestiones enmarca la actividad pedagógica del maestro de física en el camino de la comprensión, orientado a que sea significativo independiente del contexto. La participación crítica puede estar referida a la toma de decisiones frente a acciones

cotidianas, el consumo de ciertos artefactos ópticos, también está referido a dudar sobre las elaboraciones propias, contrastar y escuchar al otro, compartir significados, asumir de manera reflexiva el propio pensar en la construcción de explicaciones.

Pensar en qué tipos de prácticas se requieren para vivenciar la participación, reflexión y comunicación crítica de los estudiantes, es reconocer en el maestro la responsabilidad de formar en ciencias, así facilitar las actividades pertinentes para que el estudiante construya su explicación y la comunique a su colectivo. Por tanto, el maestro con esto forma intrínsecamente en valores, promueve ideologías y asume posiciones ante diferentes dinámicas de la sociedad<sup>15</sup>. En este sentido la construcción de explicaciones le permite al estudiante reconocerse como sujeto social de conocimiento y responsable de sus propias dinámicas.

A continuación, se explica el lugar de implementación y las diferentes etapas por las que pasa la conformación de actividades ¿cómo es cada etapa y cada actividad? ¿Qué se pretenden con ellas? ¿Por qué se establece un vínculo entre una actividad y otra? Y ¿Qué se espera que los estudiantes hagan o logren de acuerdo con lo planteado? De acuerdo a la implementación se evidencia una interpretación por cada taller propuesto, de la cual se decanta las reflexiones de los estudiantes entorno a las actividades intenciones de la propuesta y las reflexiones del maestro que dota a futuro su práctica de enseñanza.

La propuesta de aula fue implementada en el colegio Instituto Cerros de Sur ICES, con los estudiantes de grado decimo, en la jornada única, un grupo de catorce estudiantes, seis mujeres y ocho hombres, entre las edades de 15 y 16 años, habitan el sector Potosí, en el barrio Jerusalén de la localidad de Ciudad Bolívar. No olvidemos que esta localidad ha sido históricamente constituida por las

---

<sup>15</sup> Estas orientaciones se pueden revisar en el anexo 1. Tabla sobre Estándares y Competencias para los fenómenos ópticos según el MEN



comunidades que han decidido escapar al conflicto en el campo y en busca de nuevas oportunidades, comunidades que ven en la periferia urbana la mejor opción para mejorar sus condiciones de vida.

La propuesta se diseñó para generar un escenario escolar que permitiera construir explicaciones alrededor de los fenómenos ópticos, considerando los factores físicos que inciden en este proceso y fomentar en los estudiantes la participación crítica. Para ello se construyeron cuatro talleres de trabajo que buscaban poner en juego: los elementos que inciden en la acción de ver los fenómenos ópticos (el observador, la luz, el objeto y el medio), propiciar en el estudiante la construcción de explicaciones sobre la refracción, hacer diseños experimentales, hacer lectura crítica de textos, analizar gráficos, preparar exposiciones y dramatizaciones (teatro de sombras). Los talleres propuestos son:

1. La cámara oscura ¿todos vemos lo mismo? ¿en qué forma lo vemos?
2. Las sombras, el reflejo de la oscuridad ¿qué camino sigue la luz?
3. La reflexión de la luz, una experiencia visual ¿Qué es el reflejo?
4. La refracción de la luz, un fenómeno óptico ¿por qué crees que aparece el arco iris?

Las actividades acuden a modificar los elementos arriba mencionados (ausentando la luz, cambiando el medio donde está inmerso el objeto que vemos, relevar el papel que juega la luz en lo que vemos y cómo lo vemos). Las diferentes actividades no se elaboraron de manera secuencial ya que fue necesario volver varias veces sobre el propósito de cada una de ellas, esto permitió aclarar la conveniencia en la intervención en el aula.

Cada actividad tiene un hacer y “cacharrear” así se pretende, ponerla en juego e imponerse el reto de explicar lo que sucede -en muchas ocasiones las exigencias

de comprensión nos obligaron a estudiar geometría, revisar los saberes de otras disciplinas, retomar aspectos conceptuales.

## **LA CÁMARA OSCURA ¿Todos vemos lo mismo? ¿En qué forma lo vemos?**

Este espacio de trabajo fue propuesto con la intención de definir cómo percibimos el entorno a través de la realidad física, y comprender que la manera de percibir el entorno se define por el comportamiento de la luz y la proyección de imágenes de los objetos hacia los ojos. El ejercicio de tapar el salón, hacer una cámara oscura gigante y construir un modelo a escala pretendía ausentar la luz, para pensar en la luz y detallarla, y lo otro es poder hablar en relación a que no vemos el objeto sino que tenemos una proyección de su imagen, y que esta imagen es invertida, es decir que el ojo recibe una imagen invertida del entorno. Complementada con la lectura del escrito de Hanson (OLIVE. 2005) es una actividad desencadenante para la construcción de explicaciones sobre los fenómenos ópticos. **(Ver anexo 2.)**

En el trabajo en clase se oscurece uno de los salones del colegio, previamente se habían solicitado cortinas, papel periódico y cinta adhesiva, luego se procedió a hacer un pequeño orificio en una de las ventanas que da hacia el patio y evidenciamos que al interior del salón se proyectaba una imagen del patio, la imagen se veía invertida; los estudiantes en verdad estaban curiosos y a partir de esto se propuso el primer taller.

Con la elaboración de la cámara oscura se evidencio en clase un gran trabajo en grupo, el sentido colectivo y solidario en los estudiantes fue la constante en clase, hubo trabajo cooperativo al enfrentar las dificultades al recortar las cajas, se compartieron pinturas y pinceles, incluso intercambiaron las lentes para observar cambios en la cámara elaborada, evento de estudio en clase y de acuerdo a las

reflexiones de la experiencia podemos destacar en la discusión del taller los siguientes aspectos:

**Grupo: Wendy Garzón y Steven Soto:** *“Ver como lo evidente: se ve inversamente...Lo que estábamos trabajando en el salón era un cuarto oscuro donde pudiéramos reflejar la imagen de una foto, la forma de la gráfica de una imagen saldrá inversa, ya que la falta de luz en el cuarto más la suma de un objeto con aumento da la revelación de una gráfica inversa....Se sabe que la lupa da un efecto más no un cambio a la luz. La luz viaja en línea recta porque hemos descubierto gracias a la cámara oscura”.*

**Grupo: Joseph Cifuentes y Stefanny García:** *“Es una buena experiencia mirar las cosas de otro modo... ¿Ver qué? vemos una perspectiva diferente a la que vemos cotidianamente, sin ningún objeto que intervenga. ¿Ver cómo? Aunque vemos los objetos con la misma manera, la forma inversa que nos permite ver la cámara cambia nuestro modo de ver. ¿Ver con qué? La cámara oscura nos permite ver de otra forma nuestro alrededor”.*

**Grupo: Jennifer Marroquín y Dhaya Sanabria:** *“Fue algo interesante la experiencia vivida y la forma en que se puede ver el mundo. Darnos cuenta que lo que vemos no es la realidad. Todo empezó desde que el profesor Ferney quería mostrarnos otra forma de ver, observar y mirar por medio de una cámara oscura. Para realizar la cámara se necesitó distintos materiales, No se necesitan materiales difíciles de conseguir ni muy caros, al contrario, fueron fáciles y baratos, pudimos observar de un modo diferente la realidad del mundo. ¿Ver qué? Observamos que las formas no cambian y el conocimiento nos permitió distinguir dichas formas ¿Ver cómo? Creíamos que siempre veíamos lo evidente pero no es así ¿Ver con qué? Con la cámara oscura y la vista”. Cotidianamente vemos las cosas por encima y nunca nos detenemos a observarlas, la cámara oscura nos permite observar los*

*objetos ya que no es cotidiano ver el mundo al revés, la luz viaja en ondas, pero al entrar en la cámara empieza su recorrido en línea recta.*

## **LA SOMBRAS, EL REFLEJO DE LA OSCURIDAD ¿Qué camino sigue la luz?**

Este taller propicia un escenario para debatir acerca de la trayectoria que sigue la luz al desplazarse y su relación con los cuerpos u objetos, es decir hacer el reconocimiento de los elementos, fuente, objeto, pantalla de proyección como características en la proyección de sombras y establecer relaciones de proporcionalidad; no ha de olvidarse que la intención es propiciar una participación crítica en los estudiantes, se orienta por grupos de trabajo la preparación de una obra teatral en sombras, que reflexione una problemática en torno al colegio, actividad que les permita poner en interacción lo aprendido en clase y su comunidad. **(Ver anexo 3.)**

Sin lugar a dudas este taller desbordó la intención propuesta y muestra reflexiones en torno a las problemáticas de la comunidad, gran parte de las dificultades en las actividades se presentaron alrededor de la ubicación de los tiempos, pues recortar las siluetas produjo demoras que se superaron al final; de acuerdo a las reflexiones grupales en la discusión en el salón los estudiantes conversan acerca de las fuentes luminosas, los cuerpos opacos, transparentes y la trayectoria que sigue la luz en relación con la actividad. Algunas elaboraciones son:

**Grupo: Lina Correcha y Diego Martínez:** *“La luz viaja en línea recta, en este caso viaja en diferentes direcciones, si el cuerpo es oscuro el resto de la luz será absorbida, la sombra se genera por que hay obstrucción y no permite el paso de ella y así sobre salga el objeto, las sombras no tiene siempre el mismo tamaño no, porque depende de la distancia que hay de la luz, si se aleja de la luz la sombra se va a volver más pequeña”.*

**Grupo: Joseph Cifuentes y Stefanny García:** *“La luz interviene por la diferente luminosidad, la silueta por la distancia, si el cuerpo es transparente la luz pasara, aunque alguna es absorbida y el resto se atravesara. Como el cuerpo es opaco la luz no atraviesa fácilmente y como hay un cuerpo que obstaculiza la luz, pues este se formara sombra para que se sobresalga la figura o el objeto. La luz puede viajar a diferentes trayectorias, también dependiendo la fuente es una energía electromagnética que permite al ojo tener una visión. El sol, la luna (luz natural), bombilla, vela (luz artificial)”*.

**Grupo: Jennifer Marroquín y Dhaya Sanabria:** *El tamaño de las sombras varía con la distancia de la luz. Es inversamente proporcional ya mientras una crece la otra disminuye, la trayectoria es rectilínea, existen dos tipos de fuentes luminosas: la artificial (bombillas, linternas, velas) y natural (el sol. Las estrellas, el fuego)”*

La actividad propuesta para reflexionar en clase, elaboración de una representación teatral teniendo en cuenta la problemática minera, demuestra la creatividad y comprensión, tres grupos de trabajo lograron materializar unos cortos audiovisuales de la representación teatral e incluso como curso deciden hacer un video para presentar a la comunidad educativa en el acto cultural del día de la raza y el descubrimiento de América. Tales alcances permiten inscribir las producciones en el festival internacional de cine y video alternativo, *Ojo al Sancocho*, donde se presentan las creaciones y se retroalimenta para su difusión.

## **LA REFLEXIÓN DE LA LUZ, UNA EXPERIENCIA VISUAL ¿Qué es el reflejo?**

Este taller es diseñado para propiciar conversaciones en torno a un principio de óptica geométrica, la ley de la reflexión de la luz, y en la experiencia visual proponer escenarios de construcción de explicaciones del reflejo como manifestación de la

luz y su comportamiento con los cuerpos. Las actividades son diseñadas a fin de situar la discusión en las ideas de los estudiantes respecto a la incidencia y la reflexión de la luz, se propone analizar la reflexión en espejos, los estudiantes podían cambiar el ángulo de relación frontal, además se realizó la construcción de un caleidoscopio para evidenciar los fenómenos ópticos y la producción de arte gráfico y visual. **(Ver anexo 4.)**

Leer y escuchar a los estudiantes en la implementación de las actividades, ha permitido reflexionar respecto a la manera como se han dispuesto las guías de clase, la pertinencia escritural y secuencial son fundamentales, en estas actividades encontré que los estudiantes no hablaban directamente de ángulo de incidencia y ángulo de reflexión, sin embargo se referían a la incidencia y reflexión de la luz en la formación de la imágenes. Algunas elaboraciones se muestran a continuación:

**Grupo: Joseph Cifuentes y Stefanny García:** *“Un objeto que se repite en una superficie transparente, por la luz que se transmite al espejo. De la luz absorbida por el espejo depende del Angulo en el que estemos situados y la posición del objeto que se refleja se altera, cuando la luz se puede variar, cuando se juega con la posición del Angulo. Entre más se cierran los espejos, mejor y más se pueden ver los objetos. Se puede ver uno reflejado en uno y otro (infinitamente)”.*

**Grupo: Kevin Cifuentes y David Gonzáles:** *“El reflejo depende de nuestro punto de vista de donde proyectemos nuestra imagen, se ve que interviene al unirse los dos espejos, su ángulo y la trayectoria de la luz. La incidencia es el objeto que da imagen, luz incidente: es la luz que se refleja en el espejo y ángulo incidente es el objeto que permite dar diferentes puntos de vista, se ven más imágenes debido a que se juntan los dos espejos ”.*

**Grupo: Jennifer Marroquín y Dhaya Sanabria:** *“Es lo que se refleja la luz, que podemos captar por medio de la vista. La forma en la viaja la luz, ya que esta choca*

*con una superficie, rebota regresando al medio creando un ángulo de luz al mover los espejos queda en sus mismos ángulos, se necesita estar en un punto paralelo para mejorar el objeto, se puede observar infinitamente. Todo depende el modo en el que viaje los rayos de la luz incidencia: en el momento en el que colocamos el objeto (labial) al lado del espejo, ángulo incidente: es el ángulo con el que, de lejos, de una fuente luminosa, llega un rayo de luz y choca contra una superficie con una cierta inclinación”.*

## **LA REFRACCIÓN DE LA LUZ, UN FENÓMENO ÓPTICO ¿Por qué crees que aparece el arco iris?**

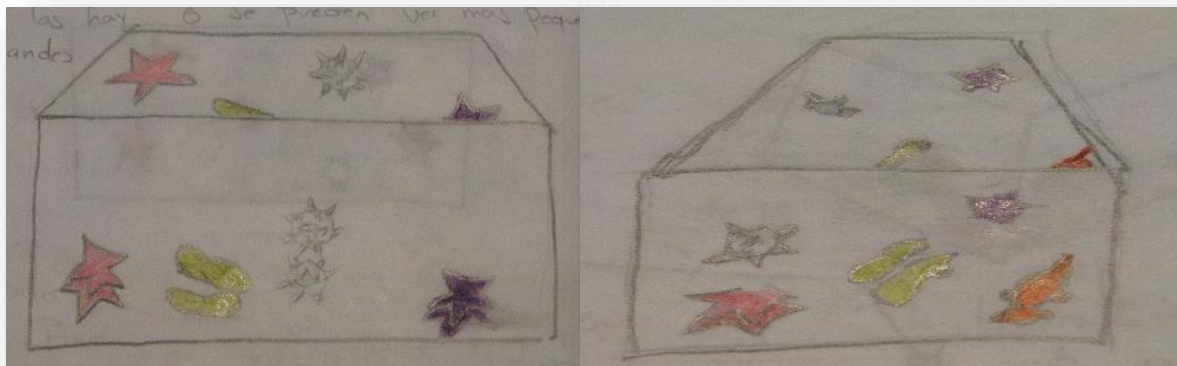
La idea de pescar apareció como un recurso divertido y a la vez cotidiano que les permitiría a los estudiantes atrapar peces en un acuario y ganar elementos para explicar la ley de la refracción de la luz; ir de pesca no es algo que todos los estudiantes hayan hecho, no es tan cotidiano pero es algo interesante.

En cada una de las siguientes actividades se busca que los estudiantes puedan hacer más explícito el papel que desempeñan los elementos (observador, objeto, medio) en la acción de ver. Cuando preguntamos cómo se observan los peces sin agua, se pone en evidencia el papel del observador es decir depende de donde se vea se puede hablar del objeto. Cuando se pone el agua en el acuario comienzan a jugar otras cosas, pues ya se modifican los peces y llevan a pensar que importa el lugar donde están o en el que están inmersos. **(Ver anexo 5.)**

Por otro lado, se propone una situación experiencial que propicie en los estudiantes hacer mediciones o predicciones sobre los efectos de la luz en diferentes medios, a través de este montaje se explora el concepto de unidades y sistemas de medición, se aclara en la socialización con los estudiantes confusiones respecto al lenguaje de unidad propuesto en las repuestas al taller y se propicia la reflexión acerca de la formalización matemática.

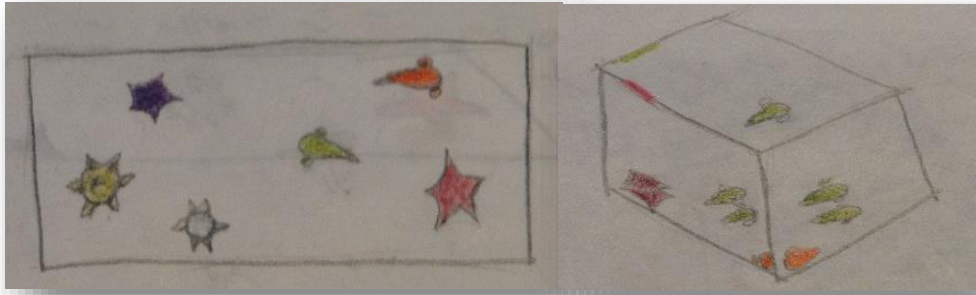
Estas actividades fueron atractivas para los estudiantes, de nuevo la creatividad en la manualidad, la elaboración de los pescados, la solidaridad para cubrir con silicona el escape de agua en el acuario y la disposición para las orientaciones y el aprendizaje, hacen del salón de clase un escenario de comunicación de experiencias, construcción de cuestionamientos y explicaciones. En mesa redonda en la clase recuerdo escuchar a los estudiantes referirse a la deformación de la imagen en los peces, el aumento del reflejo de imágenes, la implicación del medio donde este el objeto y el corrimiento de la imagen de la línea según la experiencia, como ejercicio de clase proponíamos leer las respuestas escritas intercambiando los grupos, era divertido leer como escribían los amigos, eso se veía en sus dinámicas. Algunas de estas elaboraciones son:

**Grupo: Wendy Garzón y Steven Soto:** *“Se observa el reflejo de los peces como si pudiera ver dos veces a la vez. Hay deformaciones pero en el reflejo si las hay o se pueden ver más pequeños o grandes.*



*Si veo el reflejo desde un ángulo donde no pueda captar todo, solo veré 10 aunque estoy frente, si nos hacemos en un borde veremos el triple de peces, ya sea por los dos frentes que alcancemos a ver más reflejo del agua.*



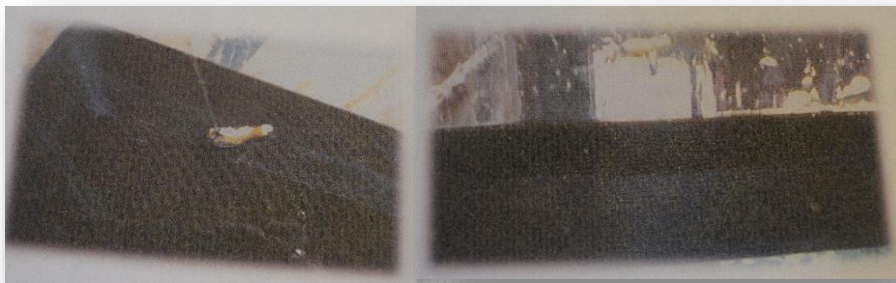


*Al pescar la dificultad que teníamos era nuestro palo de balsa, nos pasó que al pescar nos guiábamos por el reflejo que nos daba el agua, esto hacía que el pez se viera más cerca y no podíamos atraparlo. Cuando echamos tempera no es fácil ya que le agua se oscurece y no refleja el pez y con el aceite No se ven los peces y hay 5 peces, se ve totalmente negro. Se ve en la línea, el corrimiento se le daría un 0,4 cm.  $60^\circ$  se veía la línea sin agua el corrimiento, con agua no vimos la línea y así paso con todos hasta llegar  $10^\circ$  se vio la línea”.*

**Grupo: Jennifer Marroquín y Dhaya Sanabria:** *Sucede cuando los rayos del sol atraviesan las gotas de agua que hay, creando así un arco multicolor ante los ojos humanos. Que aumenta el tamaño de los peces y se puede ver repetidamente*



*Sí, porque el agua crea un efecto de aumento. A la hora de introducir la caña de pescar, fue muy interesante tratar de pescar ya que es una experiencia nueva, aunque hubieron diferentes dificultades, el hilo de la caña de pescar no estaba templado y es difícil sumergirlo. Pescar desde una distancia larga es difícil porque uno no sabe si mirar por encima del agua o debajo de ella ya que se pueden observar distintos ángulos de los animales. No son las mismas, ya que si pescamos desde una esquina va haber mayor dificultad que pescar desde un lado y con la pintura hay mayor dificultad ya que el color del agua se vuelve opaco. Los peces no se ven, pero cuando se logran sacar quedan con aceite quemando a su alrededor”.*



**Grupo: Joseph Cifuentes y Stefanny García:** *“Por un choque del agua con la luz, los peces se reflejan en los vidrios, por lo tanto se logran ver más; con mayor aumento, si, se aumenta el tamaño de pez y si el agua se mueve se deforma la figura. Se ven los nueve más los reflejos que son como cuatro vidrios en lo que se ven y la misma agua también. El agua es una dificultad porque se ve como si el anzuelo se moviera a otra posición, el anzuelo tiene que tener un buen peso para poder andarlo bien y que no flote. Cuando se aplica pintura Se dificulta porque el agua se oscurece y la vista no es capaz de ver los peces y en el aceite no se logran ver. De acuerdo al corrimiento de la imagen de la línea vemos que*

*En 15° y estaba en 12 ml se mueve – 8 ml.*

*En 52° y estaba en 13.5 ml se mueve – 3 ml.*

*En 77° y estaba en 13.9 ml se mueve – 9 ml.*

*En 90° no se ve mueve queda en 90°.*

*En 37° y estaba en 19.4 ml se mueve 3ml.*

*En 37° y estaba en 14.2 ml se mueve”.*

Los talleres descritos, implementados e interpretados se sintetizan en el siguiente cuadro de actividades

FASE	PROPOSITOS	ACTIVIDADES	PREGUNTAS ASOCIADAS	INSTRUMENTOS DE REGISTRO	COMENTARIOS
PROPAGACIÓN RECTILÍNEA DE LA LUZ Y FORMACIÓN DE SOMBRAS	Proponer diversos campos experienciales a los estudiantes para que inicien su proceso de cuestionamiento y construcción de explicaciones sobre fenómenos ópticos.	La cámara oscura	<p>¿Vemos todos lo mismo?</p> <p>¿Qué podría decir respecto a las siguientes palabras: ver que, ver cómo y ver con qué?</p> <p>¿Cómo vemos los objetos de nuestro alrededor?</p> <p>¿Cómo vemos los objetos cuando lo vemos a través de una cámara oscura?</p>	<p>taller</p> <p>Carpetas de trabajo</p> <p>Relatoría escrita</p> <p>Imágenes de los estudiantes</p> <p>Fotografías</p>	<p>Qué ocurre con las imágenes de los objetos en la cámara oscura</p> <p>Si vemos con la cámara oscura al revés y nuestros ojos ven al revés ¿no debería voltearse la imagen?</p> <p>¿Cómo explicaríamos la inversión en la imagen que se observa?</p>
		Comportamiento de la luz respecto a diferentes materiales formación de sombras	<p>¿El comportamiento de la luz depende del tipo de cuerpo?</p> <p>¿Cuáles el comportamiento de la luz en relación con un cuerpo opaco?</p> <p>¿Qué ideas tiene los estudiantes sobre las sombras y su creación?</p>	<p>taller</p> <p>Carpetas de trabajo</p> <p>Relatoría escrita</p> <p>Imágenes de los estudiantes</p> <p>Fotografías</p>	<p>Si variamos la distancia del objeto a la fuente luminosa varia el tamaño de la sombra.</p> <p>Con todos los objetos no se pueden realizar sombras</p> <p>Si no hay fuente luminosa no hay sombra</p>

FASE	PROPOSITOS	ACTIVIDADES	PREGUNTAS ASOCIADAS	INSTRUMENTOS DE REGISTRO	COMENTARIOS
REFLEXIÓN, FORMACIÓN DE IMÁGENES	Construir un lenguaje común para referirnos al comportamiento de la luz y generar criterios comunes relacionados con el principio de reflexión.	Experiencias ópticas en espejos planos y caleidoscopio	<p>¿Qué ideas tiene los estudiantes sobre el reflejo?</p> <p>¿Cómo se comprende los conceptos de incidencia y reflexión?</p> <p>¿Se podría establecer una relación matemática en la formación de imágenes en un espejo?</p>	<p>Taller</p> <p>Carpetas de trabajo</p> <p>Relatoría escrita</p> <p>Imágenes de los estudiantes</p> <p>Fotografías</p>	<p>El reflejo depende de nuestro punto de vista de donde proyectemos nuestra imagen, se ve que interviene al unirse los dos espejos, su ángulo y la trayectoria de la luz.</p> <p>La incidencia es el objeto que da imagen, luz incidente: es la luz que se refleja en el espejo y ángulo incidente es el objeto que permite dar diferentes puntos de vista, se ven más imágenes debido a que se juntan los dos espejos</p>

FASE	PROPOSITOS	ACTIVIDADES	PREGUNTAS ASOCIADAS	INSTRUMENTOS DE REGISTRO	COMENTARIOS
REFRACCIÓN Y FORMACIÓN DE IMÁGENES	Establecer criterios de proporcionalidad geométrica para la deformación de la imagen del objeto en los diferentes medios transparentes. Establecer la relación entre luz, observador, medio y objeto como elementos necesarios para la descripción de lo que vemos.	Vamos de pesca	<p>¿Qué sucede cuando observo un objeto sumergido en un medio distinto al aire?</p> <p>¿Qué ideas tiene los niños sobre lo que sucedió al observar objetos dentro del agua?</p>	<p>Taller</p> <p>Carpetas de trabajo</p> <p>Relatoría escrita</p> <p>Imágenes de los estudiantes</p> <p>Fotografías</p>	<p>¿Cómo se ven los cuerpos en otros medios diferentes al agua desde diferentes puntos de observación?</p> <p>¿De qué depende la deformación en la imagen del pescado?</p>
		Tratando de medir el corrimiento en la refracción	<p>¿Cómo varía las dimensiones del objeto en relación al campo de visión?</p> <p>¿Cómo varía las dimensiones del objeto al estar inmerso en dos medios?</p> <p>¿Qué relación se puede plantear entre la deformación de la imagen y el lugar del observador?</p>	<p>Taller</p> <p>Carpetas de trabajo</p> <p>Relatoría escrita</p> <p>Imágenes de los estudiantes</p> <p>Fotografías</p>	<p>Cuando el cuerpo está en otros medios diferentes al aire se ve distinta la forma</p> <p>¿Se puede tratar de medir el corrimiento de la línea?</p> <p>Se ve en la línea, el corrimiento se le daría un 0,4 cm. 60° se veía la línea sin agua el corrimiento, con agua no vimos la línea y así paso con todos hasta llegar 10° se vio la línea</p>

## **CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES**

La vivencia en este Trabajo de Grado, ha estado trazada por muchas reflexiones en torno al sentido de la enseñanza de las ciencias y de la física en particular. Reflexiones que para este trabajo de grado me plantearon la necesidad de profundizar teóricamente en los contenidos a enseñar, pues considero que desde esta manera se pueden diseñar actividades que sean pertinentes a los contextos escolares. Muchos maestros desafortunadamente caen en la no contextualización de las teorías o contenidos que se enseñan, perdiendo así posibilidades para reflexionar y transformar las prácticas de enseñanza de la física, por lo alcanzado hasta el momento valoro cómo la reflexión sobre los conceptos de estudio otorga nuevos elementos y cuestionamientos a mi manera de proceder en el aula. Las reflexiones finales de este trabajo se describen a continuación.

### **Sentido de la enseñanza de la física en la formación de ciudadanos críticos**

Entender las actividades en clase como experiencias intencionadas de acuerdo a la profundización que se haga de los contenidos de enseñanza (teorías, leyes, experiencias) permite construir un sentido para el maestro de física. En el caso de los fenómenos ópticos ha permitido desplazar la mirada clásica como se enseña y retomar el papel que juega la experiencia de los estudiantes, promover el trabajo colectivo, movilizar las ideas de los estudiantes, construir un diálogo con los saberes científicos y evidenciar las ciencias como una actividad humana. La reflexión sobre lo que se enseña en una herramienta para dar sentido a lo que piensa y acceder a una comprensión de mi realidad para poderla transformar.

Reflexionar acerca del pensamiento crítico requiere elementos que, generalmente, se oponen a las prácticas tradicionales en la enseñanza. El rol del maestro ha de

cambiar drásticamente y el profesor ha de situarse como sujeto crítico, lo cual sin dudas es un proceso largo, exigente y que requiere de metas definidas. Con respecto al estudiantado, es una tarea también compleja, pues además de despertar el interés del estudiante para que esté en disposición y pueda reflexionar sobre situaciones de su entorno es necesario enfrentarlos a la construcción de explicaciones, tarea que es quizás la más ardua para el maestro de ciencias, pero queda más claro que es desde ahí que se contribuye a su formación como sujeto crítico y transformador de su realidad cotidiana.

Debo reconocer que el maestro proyecta su enseñanza como un acto político e intencional, desde las reflexiones que considera pertinente, desde ello es que es posible construir nuevos modelos educativos que se correspondan con los contextos y los lenguajes de las comunidades, el conocimiento científico no debe estar alejado de las realidades sociales y por ende, no puede ser inalcanzable para comunidades como las que históricamente han sido excluidas, por el contrario debe ser dispuesta su interacción y que pueda responder al papel que tiene de movilizar las transformaciones sociales, este último aspecto queda más que claro con el trabajo de teatro de sombras que hacen los estudiantes, pues logran comunicar conflictos que hay en sus comunidades frente a la explotación de los recursos de la cantera o al conflicto entre grupos escolares.

### **La enseñanza de la física como una práctica contextualizada socio-culturalmente**

Esta propuesta de grado basada en otras maneras de reflexionar la enseñanza permitió que los estudiantes cualificaran sus modelos explicativos e incorporaran explicaciones que les analizar nuevos fenómenos físicos. Es posible asumir al estudiante como sujeto activo y protagonista de sus procesos de aprendizaje. Mediante la implementación de esta propuesta se ha podido crear escenarios para



que los estudiantes expresen sus ideas y asuman posturas críticas frente a la construcción de conocimiento.

El propósito de la enseñanza de la física derivado de este trabajo de grado es generar ambientes que motiven hacia la construcción de explicaciones, esto ya que la enseñanza es el arte que facilita a los que aprenden, de una forma accesible, comprender el sentido de lo que ha de ser aprendido. Si queremos que una determinada visión de lo que es una parcela del conocimiento (sea la física en general, o la óptica, en particular) estas ideas tienen que estar plasmadas en la selección, presentación y estructuración de los propios contenidos de enseñanza, pues estos son el instrumento inmediato que condiciona la actividad didáctica. Además, en la acción pedagógica debe tenerse en cuenta la concepción psicológica que se tiene del estudiante y el contexto social.

El desarrollo de las actividades debe ser tratado como un proceso educativo que no está centrado en los resultados, los exámenes y las pruebas y en la pretensión de llevar a los estudiantes a repetir algoritmos sin sentido, o hallar resultados a través de la aplicación de fórmulas sino a brindar herramientas que les permitan preguntarse y explicarse lo que pasa a su alrededor, por qué y cómo se forma el arcoíris, cómo funcionan las cámaras fotográficas, qué efectos tengo cuando uso espejos de diferentes formas, etc. De lo trabajado con los estudiantes la propuesta rescata otras posibles formas de evaluar los alcances y objetivos, sin embargo, ésta debe ser distinta en forma y esencia, el maestro debe haber reconocido aspectos en el proceso de implementación y hacer de ellos posibles escenarios de evaluación no cuantitativa sino cualitativa. Ver anexo 6.

**El papel de las situaciones experimentales (Cacharreo) en la enseñanza de la física y su contribución a la formalización**

El problema de investigación subyace al interrogante ¿para qué estudiamos los fenómenos ópticos? podríamos decir que aquí es una estrategia a propósito de la cual los estudiantes no solamente producen explicaciones, sino que además los estudiantes pueden reflexionar ¿cómo es que nosotros construimos un sentido de la realidad? En este sentido las actividades experimentales no deben considerarse una simple herramienta en la enseñanza de las ciencias, en especial de la física, ni tampoco un proceso de corroboración de relaciones entre las variables físicas, por el contrario debe constituir una reflexión permanente para los maestros, pensar las actividades experimentales como espacios de reflexión y crítica utilizando la observación, el análisis y las conclusiones que pueden emitir los estudiantes.

La manipulación de materiales, el “cacharreo” en los montajes propicia la comprensión conceptual de los fenómenos ópticos, el interés por el estudio de las ciencias, la construcción de discursos escritos y orales de los estudiantes, en referencia a las caracterización de los elementos que intervienen en los fenómeno ópticos, la reflexión y refracción de la luz y la formación de imágenes, actividades desde las cuales permitieron explicaciones de óptica geométrica. Las actividades realizadas con los estudiantes tales como la construcción de la cámara oscura, el caleidoscopio, el uso de espejos o la pesca en acuarios, lograron que los estudiantes se arriesgaran a manipular y producir fenómenos diferentes dependiendo del manejo de los materiales, no existía la pretensión inicial de establecer las relaciones cuantitativas entre los ángulos de incidencia y reflexión, o la proporcionalidad entre las distancias del objeto y la pantalla y el tamaño de la sombra, o del índice de refracción para poder pescar adecuadamente pero en el ejercicio de “jugar” con la actividad los estudiantes se vieron en la necesidad de organizar las ideas y prever cómo incidían ciertas variables para la producción del fenómeno que se deseaba reproducir.

Es así como, las actividades propuestas pueden considerarse la base fenomenológica que le da sentido al estudio de la teoría y en las experiencias puede evidenciarse características propias de la construcción del conocimiento y organización en formas de proceder en las ciencias.

### **Más allá de la formación en ciencias, el compromiso con el contexto social**

Encontrarme con una nueva oportunidad para terminar los estudios en licenciatura en física me ha mostrado, desde la mirada docente durante los últimos seis años, que culminar un proceso es importante, pues veo a través de ello el fortalecimiento de mi familia, mi vida y mi profesión; creer en la docencia como acción de transformación me ha permitido promover escenarios para la formación de proyectos de vida diferentes a los estigmatizados de Ciudad Bolívar, y fomentar culturalmente diferentes relaciones de enseñanza-aprendizaje y conocimiento.

Encuentro hoy en las reflexiones de este trabajo más sentido y argumentos por la decisión que elegí al estudiar la enseñanza de las ciencias; gracias al programa de licenciatura en Física y a mi interés, las clases que comparto con mis estudiantes tienen un sentido hacia el reconocimiento de las problemáticas del entorno, en particular y no ajeno, con los mismos estudiantes que se implementó la propuesta he generado procesos educativos en relación a la creación de instrumentos musicales andinos, tejido de manillas, elaboración de artesanías, entre otros, todos escenarios escolares, que nacen desde la clase de física y las reflexiones en matemáticas. Los maestros considero, tenemos la tarea de aportar a la transformación de los contextos socio-culturales como el caso de Ciudad Bolívar, es de ahí que debemos impulsar el diseño de actividades que despierten la iniciativa por la participación, la lectura y la escritura, si bien es cierto que gran parte de sus habitantes no han terminado sus estudios universitarios, en los últimos años ha aumentado el interés por cursar y terminar la educación superior.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUTHIER, M. 1989. La refracción y el olvido cartesiano. En: Historia de las Ciencias de Michel Serres. Paris.. Cátedra. pg. 287-312.
- BLANCHE, ROBERT. 1980. El método experimental y la filosofía de la física. Buenos Aires. Fondo de Cultura Económica.
- ELKANA YEHUDA. La ciencia como sistema cultural: una aproximación antropológica. Boletín Sociedad Colombiana de Epistemología. Volumen III. 1983. pág. 4
- FREIRE PAULO.1969. La educación como práctica de la libertad. Editorial siglo XXI. Montevideo, Uruguay.
- GONZÁLES, Y. 2013. Enseñanza – aprendizaje bajo un enfoque constructivista de la óptica geométrica mediante el uso de actividades experimentales: estudio de caso para el grado undécimo de la institución educativa Orestes Sindicce (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.
- GUTIÉRREZ, D. 2011. Ideas y explicaciones acerca del ver en estudiantes del grado octavo (tesis de especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá, Colombia.
- GRANÉS JOSE. 2001. la gramática de una controversia científica. El debate alrededor de la teoría de Newton sobre los colores de la luz. Unibiblos Colombia. Bogotá.
- HERNÁNDEZ, M., y TARAZONA, L. 2004. El ver y la luz su problemática y relación con la experiencia. (Trabajo de grado licenciatura den física) Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.
- HERNÁNDEZ, G. 2009. La interacción luz – objeto – observador como campo experiencial para la comprensión de la formación de imágenes (Trabajo de grado especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia

- HUYGENS C. FRESNEL A. 1945. La teoría ondulatoria de la luz. Editorial losada. Buenos aires.
- MEJÍAS R. MARTÍNEZ H. 1999. Óptica geométrica. Ed. Síntesis.
- MÉNDEZ O. VALENCIA S. OROZCO J. GARZÓN J. 2003. Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. En: Revista TEΔ. No. 14. Universidad Pedagógica Nacional.
- OROZCO J. VALENCIA S. MENDÉZ O, JIMENÉZ G. ORTIZ P. 2004. Los problemas de conocimiento: una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. Colombia. Bogotá. Grupo Física y Cultura. Universidad Pedagógica Nacional. Pág. 10
- OLIVE, L., y PÉREZ, A. 2005. Filosofía de la ciencia: teoría y observación. México. Siglo XXI. Versión castellana Enrique García Camarero, publicada por alianza editorial.
- OCHAITA E. 1983. La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial. Tomado de: Estudios de Psicología. N° 14. España.
- PÁEZ, M. 2006. De preguntarnos ¿Que vemos? ¿Cómo lo vemos? Y ¿Por qué lo vemos? A la construcción de explicaciones sobre las imágenes (tesis de especialización). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.
- PIAGET J. 1972. La igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexión, y las operaciones de implicación recíproca. Tomado de: INGELDER B y PIAGET J. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Editorial Paidos. Buenos aires.
- PIAGET J. 1972. La proyección de Sombras. Tomado de: INGELDER B y PIAGET J. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Editorial Paidos. Buenos aires.
- RINCÓN, H. 2001. Elaboración y construcción de explicaciones de algunos fenómenos relacionados con la luz (tesis pregrado). Universidad pedagógica nacional. Bogotá. Colombia.
- ROJAS, G. 2011. La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia.

SALDAÑA J. 1983. La introducción de la óptica ondulatoria: la explicación fresneliana de la difracción. Tomado en: revista mexicana de física 29. N° 3. Congreso de historia de las ciencias. México.

SEARS W. 1963 Fundamentos de Física III: Óptica. Aguilar, Madrid.

VALENCIA V. S., MÉNDEZ N. O., JIMENEZ G. G. 2006-7 (1) Los saberes de la representación o de cómo imaginar la escuela. En: Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado.

## **WEBGRAFÍA**

Rrifrazione. 2004-2005. El camino de la luz, perspectivas Recuperado de:  
[http://didascienze.formazione.unimib.it/lucevisione/rifrazione\\_approfondimenti.htm](http://didascienze.formazione.unimib.it/lucevisione/rifrazione_approfondimenti.htm)

GIORDANO E. 2002. Luz y Visión. Recuperado de:  
<http://didascienze.formazione.unimib.it/lucevisione/Index.html>

RU L. 1997. Ver, mirar y observar, poesía. Recuperado de:  
<http://linaru.com/es/ver-mirar-y-observar/>.

## **ANEXOS**

## Anexo N° 1

Tabla 1-1: Estándares y competencias de los fenómenos ópticos según el MEN

Al final de grado Noveno....	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifico aplicaciones comerciales e industriales del transporte de energía y de las interacciones de la materia.</li> </ul>	
Al final de grado Undécimo....	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un estudiante utiliza modelos físicos para explicar la transformación y conservación de la energía.</li> <li>Identifica aplicaciones de modelos físicos en procesos industriales y en desarrollos tecnológicos y analiza críticamente las implicaciones de sus usos.</li> </ul>	
<i>Aproximación al conocimiento científico natural</i>	<i>Manejo de los conocimientos propios de las Ciencias Naturales.</i>	<i>Desarrollo de compromisos personales y sociales</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.</li> <li>Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento.</li> <li>Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones.</li> <li>Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.</li> <li>Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.</li> <li>Establezco diferencias entre modelos, teorías, leyes e hipótesis.</li> <li>Relaciono la información recopilada con los datos de mis experimentos y simulaciones.</li> <li>Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.</li> <li>Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.</li> <li>Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas.</li> <li>Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.</li> <li>Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.</li> <li>Reconozco y diferencio modelos para explicarla naturaleza y el comportamiento de la luz.</li> <li>Identifico aplicaciones de los diferentes modelos de la luz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.</li> <li>Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.</li> <li>Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.</li> </ul>



## Anexo N° 2

# LA CÁMARA OSCURA

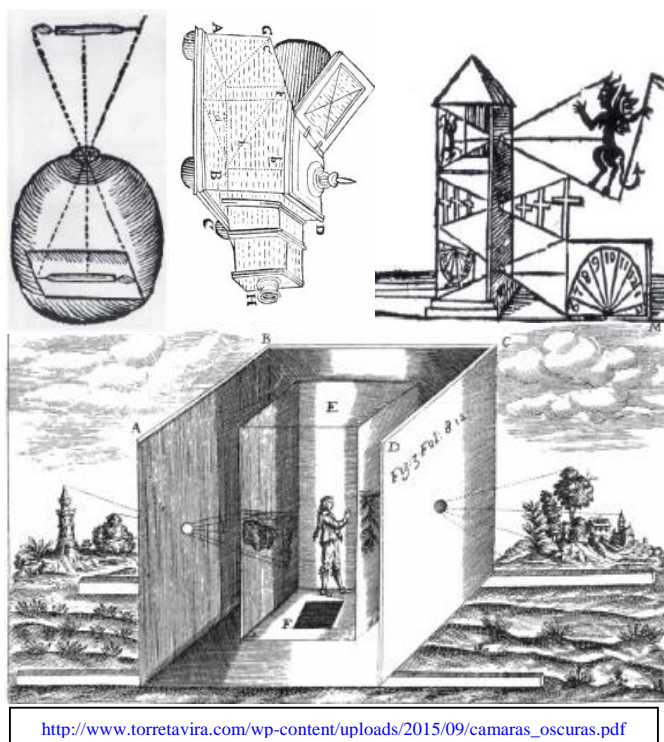
¿Todos vemos lo mismo? ¿En qué forma lo vemos?

Profesor: Luis Fernei Díaz

fecha: \_\_\_\_\_

Estudiantes: \_\_\_\_\_

El intento de la humanidad por explicar los fenómenos relacionados con la luz, es diverso en sus observaciones, teorías e instrumentos; la cámara oscura como instrumento óptico ha permitido definir comportamientos en la naturaleza de la luz y sirve como forma de comunicación en un colectivo social, en el cual se hacen relevantes los aspectos ópticos emergentes de la relación con la experiencia. Así al analizar, replicar y construir una cámara oscura se puede poner en relieve variados aspectos de un problema de estudio, proveer de hipótesis una situación, contrastar aspectos históricos, de igual manera es el inicio a un problema estudio relacionado con los fenómenos ópticos.

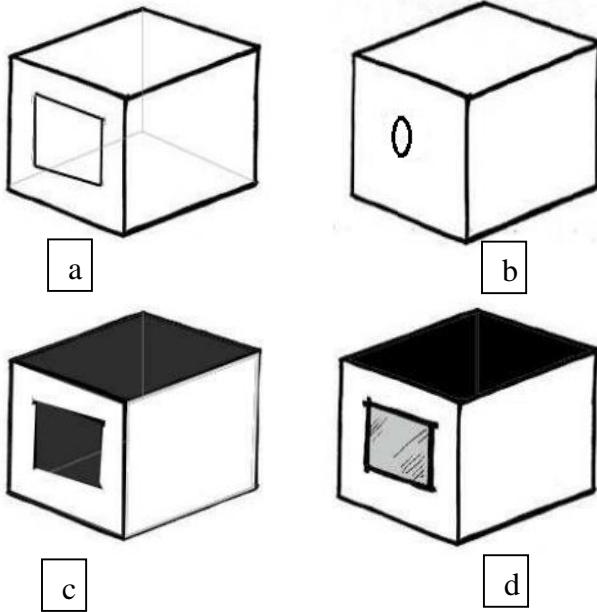


A través de la historia se han propuesto varios modelos de la cámara oscura, con características experimentales particulares –para profundizar por favor visitar el link- y se han constituido como una herramienta fundamental para capturar imágenes a diferentes distancias, desde diferentes perspectivas, con diferente nitidez y variada luminosidad, con el propósito de comprender los fenómenos ópticos construiremos una cámara oscura.

### MATERIALES PARA LA EXPERIENCIA

Cartón paja octavo (seis). Cinta adhesiva color negro. Papel pergamino grueso. Pintura acrílica negra. Una lupa. Silicona

## ELABORACION DE UNA CAMARA OSCURA



1. Con los octavos de cartón paja y la cinta adhesiva construya una caja con las siguientes dimensiones: 35 cm ancho, 35 cm de alto y 35 cm de profundo.

2. Elabore un hueco de forma rectangular en una de las caras de la caja con una margen de 2 cm a cada lado figura (a)

3. Elabore en la cara de respaldo al corte, un orificio del tamaño del círculo de la lupa figura (b)

4. Coloque y asegure con silicona la lupa en el orificio circular de la caja.
5. Pinte por favor de negro el interior de la casa, sin dejar zona sin pintura figura (c)
6. Cubra el hueco rectangular desde el interior con el papel pergamino y cierre totalmente la caja.

Para reflexionar y hablar:

- ¿Qué piensa de la actividad hecha en el salón?
- Realice un trabajo de la actividad, ¿Qué le llamo la atención y que dificultades hubo?
- ¿Cómo vemos nuestro alrededor a través de la cámara?
- ¿Qué podría decir respecto a las siguientes palabras al haber elaborado la cámara oscura: ver qué, ver cómo y ver con qué?
- ¿Cómo vemos los objetos a nuestro alrededor?
- ¿Cómo vemos los objetos cuando los vemos a través de la cámara oscura?
- ¿Qué camino crees que sigue la luz al viajar?
- ¿Qué dificultades se presentan al elaborar una cámara oscura?
- ¿Cómo crees que influye este artilugio en la explicación del el ver y la observación?
- ¿Cómo explicaría la inversión en la imagen que se ve en la cámara oscura?

## DOCUMENTOS ESTUDIO EXTRA CLASE

- Olive, L., y Pérez, A. 2005. Filosofía de la ciencia: teoría y observación. México. Siglo XXI. Versión castellana Enrique García Camarero, publicada por alianza editorial.
- [http://www.torretavira.com/wp-content/uploads/2015/09/camaras\\_oscuras.pdf](http://www.torretavira.com/wp-content/uploads/2015/09/camaras_oscuras.pdf)

### Anexo N° 3

# LAS SOMBRAS, EL REFLEJO DE LA OSCURIDAD

## ¿Qué camino sigue la luz?

Profesor: Luis Fernei Díaz

fecha: \_\_\_\_\_

Estudiantes: \_\_\_\_\_

*Cae la noche, y con ella la soledad, luz ¿eres tú de verdad?,  
Cae la noche y el silencio me invade, o solo otra sombra  
solitaria, Cae la noche, y mil rugidos ensordecen y no es  
cuando el sol sale, Cuando el sol sale, me asomo al verte, lo  
nuestro no fue un sueño, Era solo oscuridad.*

Juan Arnás



A menudo nos vemos frente a nuestra propia sombra y demás que alguna pregunta nos hacemos, ¿qué piensas? ¿Las sombras son causadas debido a que? ¿Bajo qué situaciones se pueden crear las sombras y con qué fin? Sin duda se reconoce que la formación de las sombras es un fenómeno natural a causa del camino que sigue la luz y su relación con un cuerpo opaco – materiales que no permiten el

paso de la luz- ¿qué otros cuerpos conoces? recordemos los eclipses, por ejemplo un eclipse de Sol se produce cuando el astro es ocultado por el globo de la Luna, que se interpone entre la Tierra y el Sol. Por lo tanto, un eclipse de Sol tiene lugar siempre en fase de Luna Nueva, siendo ésta una condición necesaria pero no suficiente para que se produzca el fenómeno. La formación de sombras culturalmente ha sido potencializada por el teatro en sombras, de ahí que el estudio de un fenómeno físico pueda mejorar las condiciones de una obra artística.

### MATERIALES PARA LA EXPERIENCIA

- Cartón rectangular 60 cm x 80 cm
- Papel pergamino
- Cartulina negra

- Pintura negra
- Cinta adhesiva
- Palos de pincho
- Siluetas de árboles, animales y maquinas
- Pegamento
- Marcadores
- Trozos de papel varios colores
- Una vela

## CONSTRUCCIÓN DE UN TEATRINO PARA SOMBRAS

1. Realizar unos dobles de 7 cm de margen al cartón y realizar un orificio rectangular a 5 cm de margen por cada lado.
2. Cubra el orificio con el papel pergamino y pinte los bordes y el interior de color negro.
3. Dibuje las siluetas en la cartulina negra y recorte las siluetas, con el pegamento y los palos de pincho, pegue las siluetas.



Prenda la vela y sitúela a una distancia prudente de la pantalla de proyección, experimente con las siluetas entre la pantalla y la vela; teniendo en cuenta la problemática minera en nuestro territorio elabore una representación teatral en sombras



Para reflexionar y hablar:

- ¿Qué aspectos intervienen en la formación de las sombras?
- ¿El comportamiento de la luz depende del tipo de Cuerpo con el que interactúe?
- ¿Por qué se genera la sombra?
- ¿Con que fin se puede formar las sombras en el salón de clase?
- ¿Cómo puedo mejorar la nitidez de la sombra?
- ¿Las sombras tiene siempre el mismo tamaño?
- ¿Cómo se puede variar el tamaño de las sombras?
- ¿Qué tipo de relaciones proporcionales se podrían plantear en la proyección de sombras?
- ¿Qué trayectoria crees que tiene la luz en su viaje?

- ¿Qué es una fuente luminosa y qué tipos de fuentes hay?
- ¿Qué dificultades se presentan al proyectar sombras?

### **DOCUMENTOS ESTUDIO EXTRA CLASE**

- La historia del señor del viento

<https://www.youtube.com/watch?v=EQ7RSX5U25s>

- <https://www.youtube.com/watch?v=Jp2xUrjQcwo>

## Anexo N° 4

# LA REFLEXIÓN DE LA LUZ, UNA EXPERIENCIA VISUAL

## ¿Qué es el reflejo?

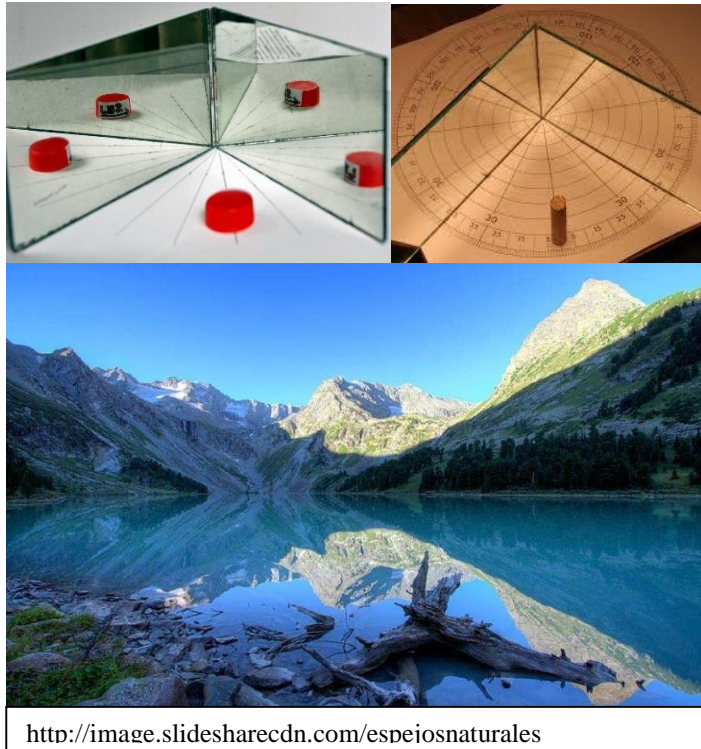
Profesor: Luis Fernei Díaz

fecha: \_\_\_\_\_

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Construir explicaciones a lo que sucede en nuestro entorno involucra las maneras en que percibimos, no hay forma única para describir lo que vemos. Por ejemplo ¿Por qué vemos el reflejo de los cuerpos? ¿De qué depende el reflejo?

A pesar de las respuestas que elaboremos para los anteriores interrogantes, es necesario establecer criterios generales para poder comunicarnos. Estos criterios nos sirven entre otras cosas para situar la posición del observador, definir posición respecto al reflejo y determinar el lugar de la imagen reflejada observado.



### MATERIALES PARA LA EXPERIENCIA

- Espejos rectangulares 7 cm x 10 cm (Dos)
- Espejos rectangulares 3cm x 15 cm (Tres)
- Tubo de cartón papel 18 cm de largo
- Trozo acetato
- Espejo cuadrado 5 cm x 5 cm
- Cartulina para reutilizar
- Un palo de balsa
- Tijeras
- Escarcha, trozos de color brillante
- Cinta de enmascarar
- Silicona barra

- Marcadores
- Transportador
- Regla y escuadra

### ACTIVIDAD CON LOS ESPEJOS

- Corte un trozo de palo de balsa y con ayuda de la silicona pegue a cada espejo uno
- Dibuje el transportador en una hoja y marque por favor cada diez grados, proyecte esas medidas unos 20 cm.
- Ubique los espejos dos espejos sobre el la horizontal de transportador dibujado, formando un ángulo llano.
- Ubique un objeto pequeño de acuerdo a las marcas de los grados frente a los espejo si se pudiera ubicar un ángulo de incidencia de la imagen del objeto ¿cuál señalarían?. Si se observa el reflejo de la imagen desde el otro extremo ¿Qué condición del ángulo de reflejo se observa?
- Varié el ángulo entre los dos espejos cada diez grados ¿Qué ocurre con el reflejo del cuerpo?
- Escriba los nombres de los integrantes de grupo, refléjelo en un espejo y con base en el reflejo trate de seguir las líneas y retiña detrás del espejo ¿Qué evidencias? ¿Qué dificultades se presenta?

### ELABORACION DE UN CALEIDOSCOPIO

- **Forma un prisma triangular.** Para ello, pega con cinta adhesiva lado lateral de los 3 espejos, con el lado espejado hacia el interior del prisma.
- **Coloca el prisma en el tubo de cartón.** Lleva hasta el lado opuesto, haciendo coincidir la base del prisma de espejos con la base del cilindro o tubo de cartón. Antes envuelve el prisma con papel, para que ajuste bien y no se mueva dentro del tubo.
- **Introduce uno de los círculos de acetato en el interior del tubo** del lado opuesto a la base. Adhiere a las paredes con pegamento, justo por encima del prisma. Ten en cuenta que al coincidir las bases, te quedarán aproximadamente 2 centímetros entre el borde superior del prisma y el borde superior del tubo de cartón.
- **Coloca las cuentas de colores** encima del círculo de acetato transparente. Deben ser suficientes para cubrir toda la superficie, pero no tantas que se obstaculicen unas con otras y no puedan moverse, ni dejar pasar la luz.
- **Pega el otro círculo de acetato transparente** al borde del tubo de cartón, para evitar que las cuentas se escapen.
- **Coloca el tercer círculo de acetato** en el lado opuesto del tubo de cartón y adhiere con pegamento a la pared.



- **Pega el círculo de cartón perforado** al borde del tubo de cartón, por encima del círculo de acetato transparente que acabas de colocar.
- **Forra el tubo de cartón por fuera** con papeles decorativos, páginas de revistas o lo que prefieras.

Para reflexionar y hablar

- ¿Todos vemos el mismo reflejo?
- ¿Qué aspectos físicos intervienen en la formación de la imagen en un espejo plano?
- ¿Qué crees que significa incidencia, luz incidente, ángulo incidente?
- ¿en la formación de las imágenes en los espejos, observa alguna particularidad en la incidencia y reflexión de la imagen del objeto?

### **DOCUMENTOS DE ESTUDIO EXTRA CLASE**

- Buscar en la biblioteca del colegio o en el barrio un documento –para traer a clase- que explique desde la física la reflexión de la luz y la formación de imágenes en los espejos planos.
- Buscar una experiencia o experimento distinto a los de la clase, con el cual explique los principios físicos en la reflexión de la luz y la formación de imágenes en espejos planos.

## Anexo N° 5

# LA REFRACCIÓN DE LA LUZ, UN FENÓMENO ÓPTICO

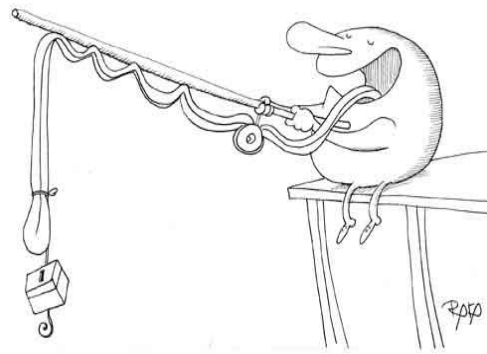
¿Por qué crees que aparece el arcoíris?

Profesor: Luis Fernei Díaz

fecha: \_\_\_\_\_

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Cotidianamente nos encontramos frente a hechos no ajenos a nuestra percepción que en algunos casos nos plantean preguntas y cuestionamientos, la necesidad de dar solución o elaborar explicaciones sobre estos eventos nos lleva a experimentar, probar, discutir, consultar y proponer, por ejemplo cuando intentamos sacar un objeto del agua se presentan dificultades que no tenemos cuando lo tenemos que tomar del aire, cuando observamos una persona en el interior de una piscina notamos que se modifica su forma y tamaño. Retomando estas situaciones proponemos en clase un ejercicio frente a lo que significa pescar, para tal propósito debes construir en grupo el siguiente equipo.



### MATERIALES PARA LA EXPERIENCIA

- Un acuario de 15 cm de ancho, 30 cm de largo y 20 cm de alto aproximadamente<sup>16</sup>
- Plastilina, parafina, plástico u otro material moldeable
- Cinco armellas
- Un palo de balsa de 1 m
- Hilo de pescar 2 m
- Anzuelo
- Agua
- Aceite quemado (proporcionado por el profesor)
- Tempera negra

### ACTIVIDADES PREVIAS

<sup>16</sup> Si no consiguen acuario, pueden utilizar un recipiente plástico que tenga medidas similares y que sea transparente.

## CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO DE PESCA



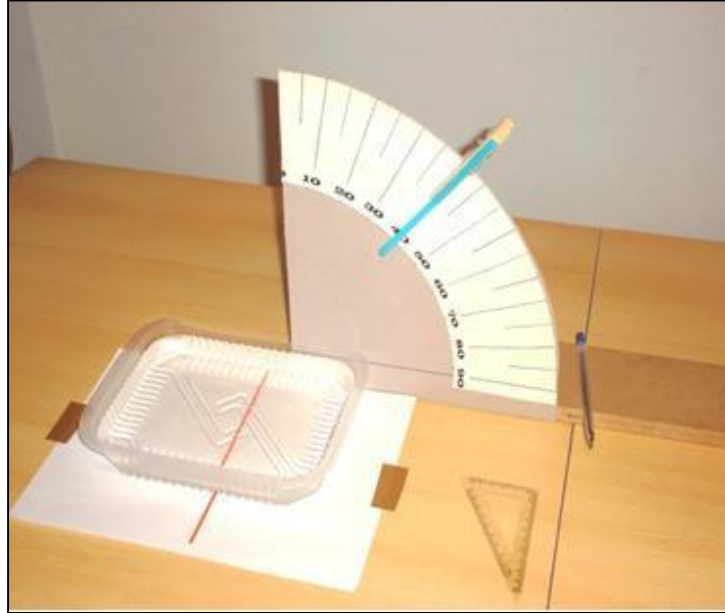
1. Con plastilina, parafina, plástico u otro material moldeen varias figuras de pez y a cada figura incruste una armella
2. En un extremo del balso realice un corte longitudinal a manera de ranura de 5 cm, en este incruste el hilo de pescar y enróllelo hasta el otro extremo, de tal forma que quede aproximadamente 1 m de hilo de pescar libre.
3. Coloque los peces dentro del acuario (pecera) y vierta agua hasta la mitad de la pecera
4. ¿Qué observas dentro de la pecera, si la miras desde diferentes posiciones? Dibuje y describa ¿Hay modificaciones en el tamaño de los peces dentro del agua? ¿Por qué?
5. Para diferentes posiciones de observación ¿Cuántos peces puedes ver dentro de la pecera? ¿Cuántos hay? ¿En qué ubicación se observa cada uno? Elabore dibujos
6. Con el anzuelo armado trate de pescar.
7. Realice una descripción detallada del ejercicio de pescar acompañada de ilustraciones gráficas.
8. ¿Qué dificultades se presentan al tratar de pescar? ¿Son estas las mismas si pescamos en diferentes posiciones? Describa
9. Si aplicamos unas cuantas gotas de tempera negra dentro de la pecera ¿Qué tan fácil o difícil se pone la pesca?
10. Si cambiamos el agua de la pecera por aceite ¿Cómo se ven los peces? ¿Cuántos hay? Dibuje

## EXPLORANDO LA MEDIDA DEL ÁNGULO DE REFRACCIÓN

### MATERIALES

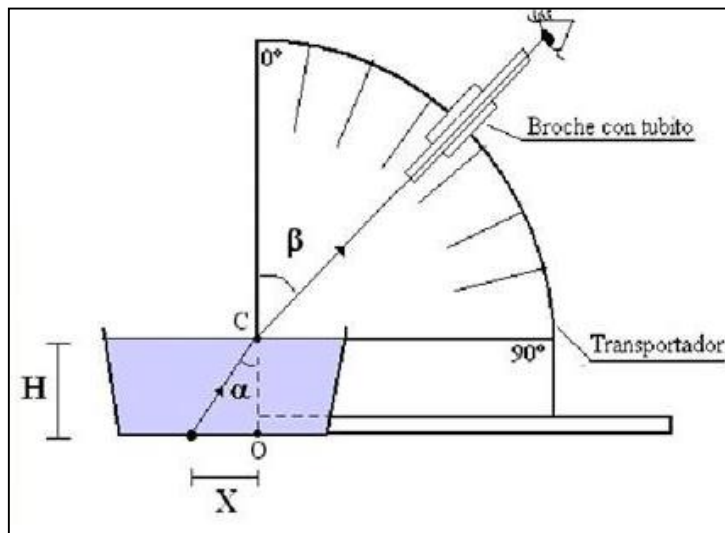
- Cubeta pequeña transparente –como se muestra en la fotografía.
- Cartón paja
- Marcadores, Tijeras
- Transportador y regla
- Pitillos de plástico pequeños –cinco.
- Cinta de enmascarar
- Esfero retráctil dañado
- Trozo de madera rectangular- 40 cm x10 cm

1. Construya con el rectángulo de cartón un cuarto de circunferencia de 30 cm de radio, tomando como centro uno de los vértices del rectángulo de cartón y dejando respecto a la horizontal una franja de 4 cm –como se muestra en la figura.
2. Elabore con el transportador la escala angular graduada cada diez grados, para el cuarto de circunferencia dibujado.
3. Corte la parte superior del esfero retráctil, adhiera con ayuda de la cinta un pitillo de plástico al cartón, permitiendo elegir cualesquier ángulo en el cuarto de circunferencia.
4. Pegue el trozo de cartón por el lado de la franja a la tabla de madera, de forma que la franja coincida con el borde de la tabla.



5. Revise el montaje teniendo en cuenta el siguiente gráfico: Dibuje una línea roja sobre el papel debajo del recipiente como se muestra en el grafico anterior; llene de agua el recipiente

1. Mida la altura  $H$  y desplace el tubo por el transportador hasta que vea la línea roja por el tubo de plástico
2. Observe si la línea roja se encuentra corrida y trate de medir la distancia  $X$
3. realice por lo menos 6 observaciones para ángulos inferiores a  $70^\circ$
6. Realiza una tabla con los valores medidos de  $H$ ,  $X$  y el ángulo  $\alpha$ . ¿Qué tipo de relación geométrica se puede plantear? ¿Cómo podría hallar el ángulo  $\alpha$ ?



## Anexo N° 6

### EL ESTUDIO DE LOS FENÓMENOS ÓPTICOS EN LA ESCUELA ¿Qué vemos? ¿Cómo lo vemos?

Profesor: Luis Fernei Díaz

fecha: \_\_\_\_\_

Estudiantes: \_\_\_\_\_

Los fenómenos ópticos han constituido un campo de estudio para la física que ha llevado a diferentes desarrollos conceptuales y técnico-instrumentales, por mencionar algunos: los lentes, el telescopio y el microscopio. Desde considerar que el ojo ve porque lanza tentáculos que se proyectan al objeto para ser visto; hasta establecer experimentos sobre el comportamiento de la luz y la relación ojo, luz, medio y objeto. Algunas explicaciones permitieron la elaboración de leyes como la de reflexión y refracción, que formalizan y dan contenido matemático a las relaciones entre el ojo, el comportamiento de la luz, el medio donde se desplaza y el entorno.

De acuerdo con lo realizado en clase:

- a) Elabore un escrito de 4 párrafos mínimo en donde se responda a la pregunta ¿Qué vemos? ¿Cómo vemos?

**Palabras clave:** Ojo, observación, medio, objeto, reflexión, refracción, sombra, línea, recta.

- b) Elabore un escrito donde haga una reflexión sobre cómo lo aprendido en clase en referencia a los fenómenos ópticos me aporta para comprender e interpretar mi entorno y realidad social.