

A PROPÓSITO DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA: UNA PROPUESTA DE
RECONTEXTUALIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DESDE LA
PERSPECTIVA NEWTONIANA.

ALEX SANTIAGO SALAZAR SERNA
DIANA MARÍA GÓMEZ GALEANO
ELIANA MARCELA RÚA GALLEGO

MEDELLÍN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES
FACULTAD DE EDUCACIÓN
2013

A PROPÓSITO DE LA ÓPTICA GEOMÉTRICA: UNA PROPUESTA DE
RECONTEXTUALIZACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DESDE LA
PERSPECTIVA NEWTONIANA.

ALEX SANTIAGO SALAZAR SERNA
DIANA MARÍA GÓMEZ GALEANO
ELIANA MARCELA RÚA GALLEGO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIADO(A) EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

ASESOR:
YIRSEN AGUILAR MOSQUERA
LICENCIADO EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MEDELLÍN
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES
FACULTAD DE EDUCACIÓN

2013

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo a nuestras familias, por su apoyo en todo momento, con sus palabras de aliento constantes en el tiempo en el cual realizamos nuestros estudios.

A nuestro asesor de práctica, Yirsen Aguilar, quien nos acompañó en este proceso de formación, y en la realización de la investigación con sus aportes basados en su experiencia.

A la Institución Comercial de Envigado por abrirnos las puertas para que cumpliéramos con nuestras prácticas y la realización de nuestra investigación.

A los casos participantes por su voluntad y colaboración en el proyecto de investigación.

A las maestras cooperadoras María Pía, Catalina y Monica por nutrir nuestra formación como docentes

A la Universidad de Antioquia y la Facultad de Educación por permitirnos participar en estos espacios que aportan en gran medida para nuestra formación.

A nuestros padres..

RESUMEN

En los análisis realizados en investigaciones, se evidencia que cuando los docentes abordan la óptica geométrica en la secundaria, usualmente tienden a centrar sus explicaciones en aspectos matemáticos referentes a la fórmula de la reflexión y no articulan de manera coherente la conceptualización del fenómeno. Esto resulta problemático en el proceso de enseñanza porque además de no permitir la construcción de la fenomenología de las situaciones involucradas, también se proyecta una imagen de ciencia en la que se desarticulan dos aspectos que son inseparables cuando se trata de formalizar un fenómeno. La posibilidad de explicar y matematizar el fenómeno es construida por el sujeto y en tal sentido se reflexiona y se construye en el proceso mismo de organización de experiencia y en la cuantificación de la propia física. Con la finalidad de construir rutas conceptuales alternativas para la enseñanza de la óptica, por un lado, se realiza el análisis de los modelos explicativos de cuatro casos con respecto a los fenómenos de la reflexión y la refracción, y por el otro, se realiza un análisis histórico-epistemológico de la manera como Newton configura y presenta los conceptos de reflexión y refracción, expuestos en su obra titulada *Óptica* (1977).

En este análisis se muestra cómo Newton establece una relación de constitución entre la física y la matemática, al considerar que sus procesos de formalización están determinados, de manera simultánea, por la construcción de fenomenologías y de matematización.

Finalmente, a partir de la información arrojada por los casos y del análisis de la propuesta de formalización de Newton, se plantean unas implicaciones didácticas que posibilitan algunas precisiones para la enseñanza de la óptica.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	7
1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. PROPÓSITOS.....	16
3.1. General.....	16
3.2. Específicos.....	16
4. MARCO CONCEPTUAL.....	17
4.1. ANÁLISIS DE LA REFLEXIÓN Y LA REFRACCIÓN EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA.....	17
4.1.1. Análisis desde investigaciones recientes.....	17
4.1.2. Análisis desde 3 libros de texto de la institución comercial de envigado.....	19
4.2. LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA: 23	
4.3. FORMULACIÓN DE LOS CONCEPTOS DESDE EL TEÓRICO.....	25
4.3.1. Construcción de los fenómenos de la reflexión y la refracción a partir de Newton	25
4.3.2. La relación físico-matemática en la perspectiva newtoniana.....	29
4.3.3. Recontextualización de los fenómenos de la reflexión y la refracción desde Newton	31
5. METODOLOGÍA.....	35
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
5.2. CARACTERIZACIÓN DEL CONTEXTO.....	37
5.3. CATEGORIZACIÓN DE LOS CASOS.....	38
5.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	38
5.5. TIEMPO.....	39
5.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	39
5.6.1. Entrevista.....	40
5.6.2. Actividades experimentales y de conceptualización.....	42

5.6.3. Documentos, registros, materiales y artefactos.....	42
6. SISTEMATIZACIÓN y ANÁLISIS.....	43
6.1. CATEGORÍAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
6.1.1. CATEGORÍAS APRIORÍSTICAS:.....	44
6.2. MATRICES DE DOBLE ENTRADA.....	45
6.2.1. MATRICES POR INSTRUMENTO.....	45
6.2.2. MATRIZ DE LOS CASOS CON RESPECTO A TODOS LOS INSTRUMENTOS.....	62
7. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS.....	64
7.1. CICLO DIDACTICO.....	69
8. CONCLUSIONES.....	90
9. RECOMENDACIONES.....	94
10. BIBLIOGRAFÍA.....	95
11. ANEXOS	98
Anexo I: Protocolo ético.....	99
Anexo II: Transcripción de entrevista sobre ejemplos.....	103
Anexo III: Desarrollo de la actividad experimental I por los cuatro casos.....	110
Anexo IV: Desarrollo de la actividad experimental II por los cuatro casos.....	130
Anexo V: Transcripción de la entrevista II.....	153

INTRODUCCIÓN

Uno de los fines de la educación en los últimos 30 años, ha sido fomentar el desarrollo de una alfabetización científica que le permita a los ciudadanos "adquirir los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria" (Furió y Vilches, 1997, p. 121). Esto ha generado, que la enseñanza de las ciencias adquiera un papel primordial dentro las mallas curriculares y por eso, diferentes teóricos han realizado diversas investigaciones y análisis rigurosos para tratar de fortalecer las propuestas de enseñanza de las ciencias orientada a una alfabetización científica. Una de las asignaturas que posibilita la alfabetización científica de los educandos es la física, ya que ésta permite la explicación de diferentes fenómenos naturales con los que las personas interactúan diariamente, además de posibilitar, a través de su enseñanza, la inmersión en las prácticas propias de la ciencia. En este sentido, algunos de los fenómenos con los que el ser humano más relación tiene en el diario vivir son aquellos concernientes a la visión, más de la mitad de las percepciones que nos llegan del exterior, son a través de este sentido. El acto mismo de mirar, encierra un proceso complejo que puede ser explicado y analizado a través de la óptica geométrica, una línea de la física que nació para tratar de "comprender la visión humana de los objetos, al mirarlos directa o indirectamente" (Osuna, et all, 2007, p. 278).

En Colombia, tanto los Lineamientos Curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental, como Los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Sociales y Naturales, reconocen la importancia de la enseñanza de la óptica geométrica en la básica secundaria y señalan que este tema es pertinente para los estudiantes de undécimo grado. Según los Lineamientos curriculares, los temas como la óptica geométrica "son fundamentales para fomentar el conocimiento científico básico y-estimular- en los estudiantes procesos de pensamiento y acción" (Min. Educ. Nal., 1998, p. 139). Además, al hablar de óptica es necesario

interrelacionar otros fenómenos primordiales como "la reflexión, refracción, interferencia, dispersión, difracción y polarización de ondas, la interacción de la luz con espejos, lentes y el efecto fotoeléctrico" (Estándares de calidad., 2000 p. 139), los cuales permiten, comprender de forma adecuada aspectos de la naturaleza y el comportamiento de la luz.

Sin embargo, en los análisis realizados se evidencia que cuando los docentes abordan la óptica geométrica en la secundaria, usualmente tienden a centrar sus explicaciones en aspectos matemáticos referentes a las formulas de la reflexión y la refracción y no articulan de manera coherente la conceptualización del fenómeno, de modo que, resolver una situación física se restringe a la solución de un algoritmo y a la obtención de un resultado numérico, el cual, en muchas ocasiones carece de significación física para el estudiante.

En este sentido, en el presente trabajo se efectuó una re-contextualización de los fenómenos de la reflexión y la refracción desde la perspectiva newtoniana para resaltar cómo Newton a través de sus experiencias siempre procuró mantener una relación de constitución entre la fundamentación teórica y el constructo matemático y por lo tanto, cómo la disgregación entre estos dos componentes dentro de la construcción de fenomenologías pueden provocar ciertas dificultades para comprender los fenómenos. Al mismo tiempo, se realizó un estudio de caso instrumental para analizar e interpretar los modelos explicativos que poseían cuatro actores de la Institución Educativa Comercial de Envigado, sobre los dos fenómenos enunciados con anterioridad, esto con el fin de articular dicha información a una propuesta de enseñanza.

1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los fines de la educación en los últimos 30 años, ha sido fomentar el desarrollo de una alfabetización científica que le permita a los ciudadanos "adquirir los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria" (Furió y Vilches, 1997, p. 121). Esto ha generado, que la enseñanza de las ciencias adquiriera un papel primordial dentro las mallas curriculares y por eso, diferentes teóricos han realizado diversas investigaciones y análisis rigurosos para tratar de fortalecer las propuestas de enseñanza de las ciencias en las instituciones educativas. Una de las asignaturas que posibilita la alfabetización científica de los educandos es la física, ya que ésta permite la explicación de diferentes fenómenos naturales con los que las personas interactúan diariamente. En este sentido, algunos de los fenómenos con los que el ser humano más relación tiene en el diario vivir son aquellos concernientes a la visión, pues, más de la mitad de las percepciones que nos llegan del exterior, son a través de este sentido. El acto mismo de mirar, encierra un proceso complejo que puede ser explicado y analizado a través de la óptica geométrica, una línea de la física que nació para tratar de "comprender la visión humana de los objetos, al mirarlos directa o indirectamente" (Osuna, et all, 2007, p. 278).

En Colombia, tanto Los Lineamientos Curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental, como Los Estándares Básicos de Competencia en Ciencias Sociales y Naturales, reconocen la importancia de la enseñanza de la óptica geométrica en la básica secundaria y señalan que este tema es pertinente para los estudiantes de undécimo grado. Según los Lineamientos curriculares, los temas como la óptica geométrica "son fundamentales para fomentar el conocimiento científico básico y-estimular- en los estudiantes procesos de pensamiento y acción" (Min. Educ. Nal., 1998, p. 139).

Además, al hablar de óptica es necesario interrelacionar otros fenómenos primordiales como "la reflexión, refracción interferencia, dispersión, difracción y polarización de ondas, la interacción de la luz con espejos, lentes y el efecto fotoeléctrico" (Estándares de calidad., 2000 p. 139), los cuales permiten, comprender de forma adecuada la naturaleza y el comportamiento de la luz.

Sin embargo, en los análisis realizados se evidencia que cuando los docentes abordan la óptica geométrica en la secundaria, usualmente tienden a centrar sus explicaciones en aspectos matemáticos referentes a las formulas de la reflexión y la refracción y no articulan de manera coherente la conceptualización del fenómeno, de modo que, resolver una situación física se restringe a la solución de un algoritmo y a la obtención de un resultado numérico, el cual, en muchas ocasiones carece de significación física para el estudiante. Ello revela una manera particular de representar la relación físico-matemática de tal forma que ésta no se presenta en términos de constitución sino en términos instrumentales, considerando a la segunda como una herramienta de la primera.

En este sentido, Cassirer (1979) plantea que cada ciencia sustenta su fundamentación epistemológica al interior de la misma; las problemáticas a nivel epistémico que permean a una ciencia determinada no pueden ser entregadas para su solución a ramas como la filosofía porque es la ciencia la que debe repensarse a sí misma para enfrentar sus dificultades. Aunque estas concepciones suscitadas por Cassirer son en términos epistemológicos, es válido extrapolarlas a todo el proceso científico para sustentar, que la física como ciencia, no toma de la matemática el lenguaje abstracto necesario para darle sentido a su fundamentación conceptual, al contrario, la posibilidad de matematizar el fenómeno es un asunto que se piensa en la organización misma de la fenomenología, es una cuestión que se reflexiona y se construye dentro del proceso de cientifización de la propia física. De este modo, tanto el componente

algorítmico como la organización fenomenológica coexisten y se configuran en la estructuración de la experiencia.

Es importante mencionar, que los análisis hasta ahora desarrollados no solo son propios de las metodologías de algunos docentes, sino también de las propuestas subyacentes en algunos libros de textos tales como: Física II de la editorial Santillana (2005), Galaxia Física 11 de la editorial Voluntad (2002) y Física Fundamental 2, de la editorial Norma, (1998 segunda reimpresión). En estos libros, se reproduce la desarticulación en la relación entre la matemática y la física, ya que, cuando proponen los ejercicios discriminan entre aquellos que son teóricos y aquellos que son matemáticos induciendo de algún modo a que el estudiante realice por un lado la reflexión conceptual y por el otro el desarrollo algorítmico. Por ejemplo, en Física II de Santillana (2005) al final del capítulo sobre óptica, se propone una evaluación general de los temas basada en las siguientes categorías: Verifica conceptos, Analiza y resuelve, Problemas básicos y Problemas de profundización (Bautista, Romero, Carrillo, Castiblanco, y Valenzuela, 2005, p.122-123). En esta distribución, las dos primeras corresponden a ejercicios netamente conceptuales y las dos últimas a ejercicios matemáticos. Tal discriminación, tampoco permite que el estudiante haga una reflexión conjunta entre el concepto y el algoritmo lo cual ocasiona "una falta de comprensión tanto del concepto físico, como del modelo matemático, de tal forma, que no se llega nunca a la elaboración de una visión del mundo físico -concreta-". (Ayala, 2007, p. 40).

A partir de lo anterior, es posible inferir que la disociación entre la matemática y la física genera dos problemas fundamentales:

Primero, la desarticulación de la fundamentación conceptual y la práctica: cuando el docente centra la enseñanza de la óptica geométrica en la explicación y resolución de ejercicios matemáticos, implícitamente está proyectando una imagen de ciencia en la que solo interesa el producto final. Es primordial resaltar que las

leyes, principios y ecuaciones que se conocen dentro de la física solo son la conclusión de todo un proceso de deliberación y comprensión teórica con un trasfondo más valioso que el simple enunciado matemático.

Segundo, la incapacidad de develar cuáles son los modelos explicativos que poseen los estudiantes ante estos fenómenos. Como bien lo indican Pesa y Colombo (1993, p. 135) "En la enseñanza de la óptica en general se pone muy poco énfasis en problemas como los temas relacionados con la naturaleza de la luz, los mecanismos de producción de sombras, la reflexión difusa y sus referencias con la especular, ya que dichas concepciones se dan por obvias y se pasa directamente a la sistematización y matematización más compleja". De allí que en varias investigaciones realizadas por autores como Gil (2003), Osuna(2007), Martínez (2005), entre otros, para analizar la enseñanza de la óptica geométrica en la secundaria, se haya llegado a la conclusión de que la mayoría de los alumnos poseen gran cantidad de modelos alternativos,(en algunas ocasiones confusos) para explicar los fenómenos ópticos y dichos modelos casi nunca son confrontados en la secundaria, por lo que los estudiantes siguen considerándolos como las explicaciones válidas. Esto conlleva a que los alumnos confundan fuente con luz, no diferencien entre luz y rayo de luz, limiten el alcance de la luz a sus efectos visibles, consideren la luz como una entidad física dependiente del espacio, crean que las imágenes tienen existencia independiente del ojo y aún más, a que consideren el color como una propiedad intrínseca del objeto.

En este orden de ideas, se devela una necesidad de repensar la enseñanza de la óptica geométrica en las instituciones educativas ya que, si bien es cierto que la enseñanza de las ciencias se debe "centrar en tres aspectos fundamentales: la introducción y manejo de conceptos, resolución de problemas y prácticas de laboratorio" (Gil, 1991. P. 31), actualmente hay una tendencia a planificarla solo a partir de la resolución de problemas matemáticos. Esta tendencia no posibilita una alfabetización científica en la que los alumnos puedan establecer una correlación

de los saberes adquiridos con su realidad y mucho menos que la puedan contextualizar. En este sentido, parece ser que se está centrando al estudiante en la adquisición de unos saberes algorítmicos para la aplicación de fórmulas, mas no se están generando los espacios pertinentes en las aulas de clase para que los estudiantes adquieran la capacidad de relacionar dichos algoritmos con la carga conceptual que llevan implícitos. Como bien lo indican Massoni y Moreira (2010), la memorización de fórmulas y la resolución intensiva de ejercicios favorecen en gran medida el aprendizaje mecánico pero no el reflexivo, y aunque el desarrollo de habilidades matemáticas y de cálculo son absolutamente necesarias para la comprensión física, una física para todos tendrá que ser necesariamente más accesible y tener lógica para el alumno.

A partir de estas reflexiones, surge un interrogante, ¿Cómo plantear una propuesta de enseñanza a partir de la recontextualización de los fenómenos de la reflexión y la refracción de la óptica geométrica desde la perspectiva newtoniana, para establecer una correlación entre la física y la matemática que le posibilite al alumno un proceso de formación crítico y reflexivo en física?

2. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es importante porque:

- Permite la contextualización de la enseñanza de la física: Actualmente, el proceso de contextualización es primordial en el desarrollo educativo porque es el punto de partida para determinar la intervención docente a partir de las características y necesidades del medio en el que se está inmerso. Sin embargo, cuando se habla de una contextualización de la enseñanza de la física, se hace referencia al proceso mediante el cual, el docente trata de ubicar socio-temporalmente al estudiante dentro de una teoría científica, para develarle el contexto que permeó el desarrollo de dicha teoría. Aguilar (2002) expone que existen dos contextos que el docente debe dinamizar en su quehacer, uno hace referencia al conocimiento disciplinar que ubica al maestro frente a su propio saber y frente a los conocimientos científicamente establecidos, y otro referido al contexto socio-cultural que ubica al maestro frente a un grupo humano particular y a las complejas relaciones que allí se configuran. Bajo este orden de ideas, es necesario que el docente reflexione su conocimiento disciplinar y los aspectos de ámbito socio-cultural articuladamente, ya que ello posibilitará que sea más consciente de sus imaginarios al momento de enseñar la ciencia.
- Posibilita una relación de constitución entre la física y la matemática: El principal motivo por el cual se lleva a cabo la presente investigación es porque se pretende establecer una propuesta que permita articular de forma coherente la conceptualización física con el algoritmo matemático, de tal modo que la expresión numérica adquiera un significado fenomenológico para el estudiante.

- Permite convertir en objeto de reflexión la física y en particular la óptica geométrica: Aguilar (2002) señala que en la enseñanza de las ciencias, un examen crítico de los aspectos que determinan la selección y organización de lo que ha de ser enseñado es poco usual, al igual que propuestas que consideren un replanteamiento de qué enseñar son muy pocas. Así, trabajos como este pretenden contribuir al proceso de reflexión acerca de los contenidos que integran la óptica geométrica con el fin de reestructurarlos en pro de una enseñanza más contextualizada.

3. PROPÓSITOS

3.1. General:

Plantear un proceso de recontextualización de la reflexión y la refracción desde la perspectiva newtoniana, que posibilite caracterizar una relación de constitución entre la física y la matemática y una reorganización conceptual centrada en la construcción de fenomenologías.

3.2. Específicos:

- ❖ Caracterizar los conceptos de reflexión y refracción a partir del análisis de los libros de texto de física de la institución educativa comercial de Envigado, con la intención de identificar cómo se da su enseñanza en el contexto actual.
- ❖ Proponer una recontextualización de la reflexión y la refracción a partir de la perspectiva de Newton para facilitar procesos de conceptualización en términos de organización de fenomenologías y construcción de algoritmos matemáticos.
- ❖ Analizar los modelos explicativos que poseen los casos acerca de la reflexión y la refracción para explicitar herramientas que viabilicen la articulación de dichos modelos al proceso de enseñanza y así poder confrontarlos conceptualmente.
- ❖ Construir una secuencia didáctica que posibilite: evidenciar una relación en términos de constitución entre la física y la matemática, y la implementación de situaciones problemas que faciliten la enseñanza de una física más accesible y con más lógica para el alumno.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. ANÁLISIS DE LA REFLEXIÓN Y LA REFRACCIÓN EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA:

4.1.1. Análisis desde investigaciones recientes:

La óptica geométrica es un tema que desde la antigüedad ha interesado al ser humano, porque permite indagar sobre el comportamiento de la luz y a su vez, explica la naturaleza de la visión, uno de los sentidos con los que más se interactúa en el diario vivir. A propósito, Osuna, Martínez; Carrascosa, y Verdú, señalan que "la mayoría de los currículos de enseñanza secundaria de los países de nuestro entorno contienen temas de óptica y uno de los objetivos básicos y compartidos es comprender la visión humana de los objetos al mirarlos directa o indirectamente (por reflexión o refracción)" (2007, p. 277). Por la relevancia del tema, se podría llegar a pensar que la óptica geométrica es una de las áreas que más apasiona a los estudiantes dentro de la física, sin embargo, diversas investigaciones evidencian que los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta signatura son permeados por una serie de obstáculos que impiden una alfabetización científica integral. Al respecto, Lunazzi, Magalhaes, Igrejas, y Serra (2010), señalan que algunas de las dificultades en la enseñanza de la física son: La falta de motivación, una insuficiente comprensión de los conceptos físicos y tratamiento insuficiente de algunos temas como la Óptica, limitación en las prácticas experimentales, muy poca utilización de medios de enseñanza y falta de relación entre lo aprendido y la vida cotidiana. De igual forma, Bravo, Pesa y Rocha (2011) exponen una serie de autores que coinciden al plantear que los estudiantes poseen concepciones alternativas que los llevan a considerar los fenómenos de la óptica geométrica de forma simplista y espontánea. Entre ellos están: Anderson & Karrqvist, 1983; Collins, et al, 1998; Delval, 1997; Fetherstonhaugh & Treagust, 1992; Guesne, 1989; Osborne & Black, 1993; Pesa,

Cudmani & Bravo, 1993; Pesa & Cudmani, 1993; Siqueira Harres, 1993; Selley, 1996; Verkerk & Bouwens, 1993. Además de los mencionados, se pueden añadir a la lista, Gil, 2003, Perales, 1987, Osuna, Martínez, Carrascosa y Verdú, 2007; Rojas, 2011.

Bajo este contexto, se hace latente una problemática en la enseñanza de la óptica geométrica y ello conlleva a que se realice un análisis exhaustivo de cuales son aquellas dinámicas que se están reproduciendo y que maximizan los obstáculos que impiden el acceso de los estudiantes a este conocimiento. Desafortunadamente, es muy poca la bibliografía que se puede encontrar referente al tema, incluso Gil (2003) lo deja claro en su trabajo al explicar que los estudios acerca de las dificultades que poseen los estudiantes frente a conceptos físicos, en especial los de óptica, son escasos y los pocos que se encuentran están dirigidos a discutir sobre las pre-concepciones, sobre la emisión y propagación de la luz.

Pese a todo, la experiencia en la escuela, vivida por quienes desarrollan esta investigación, indica que la problemática en torno a la comprensión de la óptica geométrica está ligada principalmente a lo que planteaba Lunazzi, et al, (2010), un tratamiento insuficiente del tema. En general, la enseñanza de la óptica geométrica deviene entre la enunciación de postulados y la resolución de ejercicios algorítmicos relacionados con la reflexión y la refracción. En cierto modo, esta metodología auspicia un aprendizaje automático en el cual el estudiante se limita a desarrollar irreflexivamente una serie de situaciones que no tienen conexión con su complemento conceptual y provoca además, que se desconozca el contexto histórico de cada suceso físico que permitió la instauración de la óptica geométrica como rama del saber.

Diversos estudios han confirmado que la enseñanza de la física, más específicamente, aquella relacionada con los fenómenos de reflexión y refracción,

se centra principalmente en aspectos como la resolución de algoritmos y fórmulas matemáticas y no se articula de forma coherente con la construcción fenomenológica del mismo, lo que devela una relación física-matemática en términos instrumentales. Lo anterior, conlleva a que, en muchos casos los cursos de física se conviertan en cursos de física matemática, donde los estudiantes invisibilizan los enunciados de los ejercicios para ir directamente a la aplicación de una fórmula por medio de la cual obtienen un resultado numérico. De ahí, que en las evaluaciones, los estudiantes reflejen la falta de comprensión al enfrentarse a un ejercicio con un componente conceptual. En referencia a esto, Osuna García (2006) enuncia que los estudiantes cuando se enfrentan a ejercicios que no son memorísticos ni repetitivos, la mayoría comete errores por la ausencia de conceptos y aprendizajes significativos. Ahora, en la organización curricular de las instituciones educativas, también es posible evidenciar la reproducción en cuanto a la desarticulación entre la física y la matemática, ya que la asignatura de física solo es ofrecida para los grados décimo y undécimo, pues se considera que solo cuando el estudiante ha adquirido las suficientes herramientas matemáticas, puede comprender los fenómenos físicos.

4.1.2. Análisis desde 3 libros de texto de la institución comercial de envigado:

Diversas investigaciones han planteado las dificultades que se presentan en la enseñanza de las ciencias. Tanto los docentes y sus maneras particulares de asumir la ciencia, como los estudiantes y su actitud de rechazo, influyen en la tarea ardua de convertir el conocimiento científico en un dominio social. De igual forma, aquellas herramientas que utiliza el profesor en el aula de clases para introducir al alumno e el mundo científico, también permean la enseñanza, ya que un uso irracional de cualquier instrumento didáctico, se puede convertir en un obstáculo para los procesos de formación. El hecho de que el docente retome actividades o ejercicios elaborados por otros, no es inadecuado, pero, si lo es el

hecho de que aplique dichos elementos sin hacer explícito el objetivo inicial con el que fueron diseñados o la manera en que asumen implícitamente la ciencia, ya que al momento de aplicarlos, eso se puede convertir en algo desfavorable para la enseñanza de las temáticas, pues cada acción metodológica debe estar debidamente planificada para que pueda atender oportunamente a las exigencias del contexto dentro del cual se está interviniendo. Bajo este orden de ideas, se hace necesario estudiar los libros de texto ya que se han convertido en una herramienta importante para las clases de ciencias (Soláz, 2010).

El uso de libros de texto por parte del docente, encierra una trascendencia digna de ser analizada, ya que de una manera implícita, la relación docente- texto genera dinámicas que se ven reflejadas en la praxis educativa. Al respecto, Jiménez (1997, citado por Cutera y Dell'Oro, 2003, p.43), señala que, "la práctica docente reserva al texto escolar un rol de importancia en tanto -es- organizador de la práctica educativa. En este sentido, Para ahondar en la manera como se abordan los fenómenos de reflexión y refracción en el contexto educativo, se hace imperativo analizar algunos libros de Física utilizados en la Institución educativa Comercial de Envigado, ya que ello permitirá evidenciar de qué forma está siendo influenciada la actividad docente por sus contenidos y como ello afecta la comprensión de los fenómenos enunciados anteriormente. Dicho análisis, se focalizó en tres aspectos: la manera en que se presenta la historia de la ciencia, la forma en que se explican los fenómenos de la reflexión y la refracción y el estilo de los ejercicios prácticos que permiten la aplicación de los dos fenómenos. Se considera que estos tres componentes se interrelacionan en la medida en que la forma como se asuma la historia de las ciencias, media la manera en la que se presentan conceptualmente los fenómenos.

En los libros de texto Física Fundamental II, de Norma; Galaxia Física II, de voluntad y Física II, de Santillana, se retoman los fenómenos de la reflexión y la refracción dentro de un tema más general, la luz. Cada texto, presenta un

recuento histórico de lo que la humanidad ha pensado alrededor de la óptica y ello es positivo porque le permite al estudiante comprender que el conocimiento científico no nace de la nada sino que se construye a lo largo del tiempo a través del aporte de diferentes sujetos. Lo negativo, es que este tipo de narraciones cronológicas, exponen una historia simplificada que obstaculiza el acercamiento por parte del lector al mundo de la construcción científica ya que se omiten hechos del pasado primordiales para comprender la compleja dinámica que está detrás de cada formulación teórica. Por ejemplo, en Física II de Santillana, se aborda la naturaleza de la luz de forma histórica y cuando menciona la parte del trabajo de Newton señala: "estudió el comportamiento de la luz, a través de observaciones concienzudas y rigurosas, para adoptar el modelo corpuscular." (2005, p. 86). Este señalamiento se queda corto, pues solo plantea de manera descriptiva y lacónica, rasgos característicos de la metodología de Newton. Se debe considerar que la minuciosidad de este físico en sus experimentos, fue el arma que le permitió concretar sus análisis, por lo tanto, profundizar en las "observaciones concienzudas y rigurosas" aporta muchos más elementos que llegar a abordar sin preámbulo, la teoría corpuscular. Entonces, como se puede denotar, una historia presentada de manera casi lineal, hace hincapié en el producto de la actividad científica pero no caracteriza la propia actividad científica.

Debido a todo lo anterior, es inevitable encontrar una relación entre esa forma particular de presentar la ciencia y la manera en que se describe cada fenómeno. Cabe señalar que en Galaxia Física II y Física II la reflexión y la refracción se explican en términos de sus elementos, es decir, para definir cada fenómeno hacen alusión a los ángulos de reflexión y refracción, la normal, el rayo de luz, entre otras, sin embargo, no se ve una definición clara de lo que es cada fenómeno. Además, tampoco proponen ninguna actividad que le permita al lector llegar a una noción exacta de lo que caracteriza cada fenómeno, ni posibilitan los espacios para interrelacionarlos, aspecto negativo que se fortalece al tratar cada fenómeno en una unidad diferente. Solo en Física Fundamental II se encontró una

definición y correlación clara de ambos términos. Es pertinente mencionar, que en los textos hacen alusión a muchas actividades experimentales que fueron pensadas por los físicos en la antigüedad, sin embargo no se aduce a ellos el trabajo en dichas actividades. Este es el caso de las pompas de jabón, las cuales fueron analizadas por Newton en su libro Óptica para interpretar las características de la reflexión y en Física II de Santillana retoman la idea, pero en ninguna parte hablan de los trabajos de tal teórico.

Por otra parte, los tres textos caen en una misma situación, presentan una serie de ejercicios de aplicación con unos matices matemáticos y conceptuales desligados, por lo tanto, su resolución se ejecuta o con una respuesta teórica que se encuentra explícita en contenido del capítulo o con la aplicación mecánica de una ecuación. Pese a todo, en física fundamental II, tratan de incorporar una serie de situaciones cotidianas para contextualizar al estudiante con estos fenómenos, lo insustancial es que ofrecen la respuesta de cada problemática la final impidiéndole al lector la sensación de curiosidad y el deseo de investigar en otras fuentes.

Después de realizar este análisis, queda claro que aunque el libro de texto se convierte en una fuente valiosa para la enseñanza en ciencias, no es un instrumento que se pueda presentar sin ninguna reflexión ante el estudiante ya que cada contenido del texto, está hecho sobre un contexto particular y para que sea más fructífero debe ser transformado y condicionado para el contexto dentro del cual se va a aplicar. El trabajo del docente no solo es disponer del conocimiento para facilitarlo al estudiante sino, transforma ese conocimiento para hacerlo accesible y coherente al estudiante.

Desde esta panorámica, la introducción de la historia y la epistemología en la enseñanza de las ciencias, se instaura como una alternativa que permite plantear propuestas de recontextualización y formalización de conceptos, para convertir en

objeto de reflexión los contenidos disciplinares de la física, de tal modo que la selección y organización de lo que ha de ser enseñado esté permeado por un examen crítico que considere un replanteamiento de qué y cómo debe ser enseñado (Aguilar, 2002).

4.2. LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA:

En la enseñanza actual, el componente histórico y epistemológico en el aprendizaje de los contenidos de la física, específicamente en los fenómenos de la reflexión y la refracción, no se hace evidente debido a la forma acabada y absolutista en que los docentes imparten sus saberes específicos, dejando de lado el contexto socio-temporal que permeó la construcción de esos conocimientos. De hecho, en 3 libros de texto analizados se hizo evidente esta problemática, pues enmarcan el componente histórico de una forma lineal, confinándolo solo a cumplir el papel de ofrecer un orden cronológico desprovisto de contexto. Todo ello, conlleva finalmente a la limitación de esa visión epistemológica que subyace a todas aquellas fórmulas matemáticas y construcciones fenomenológicas que poseen los estudiantes y han adquirido con el tiempo y que constantemente aplican en la resolución de ejercicios físicos.

La historia y la epistemología, se hace importante dentro de un desarrollo investigativo porque es intrínsecamente necesario tener claro de donde parten aquellos aspectos relevantes que el investigador quiere problematizar. Por tanto, se hace oportuno el análisis profundo y exhaustivo de todos aquellos procesos de indagación, formulación y profundización que los diferentes autores fueron realizando a través del tiempo y que permitieron la formación de teorías, leyes o conceptos. Así pues, en esta investigación se buscó resaltar estos aspectos y mostrar cómo la historia y la epistemología permiten replantear el discurso

docente y diseñar nuevas estrategias pedagógicas para la enseñanza de la física. En consonancia a ello, Matthews señala que la historia y la epistemología:

“Motiva e interesa a los alumnos, humaniza los contenidos, proporciona una mejor comprensión de los conceptos científicos mostrando su desarrollo y perfeccionamiento, tiene un valor intrínseco la comprensión de ciertos episodios cruciales en la historia de la ciencia: revolución científica, darwinismo, etc., demuestra que la ciencia es mutable y cambiante y que en consecuencia el conocimiento científico actual es susceptible de ser transformado; lo que de esta manera combate la ideología cientifista y finalmente la historia permite un conocimiento más rico del método científico y muestra las pautas del cambio de la metodología aceptada”(1994, p. 259)

En este sentido, el uso de la historia y la epistemología brinda la posibilidad de establecer o construir rutas didácticas para la enseñanza de un concepto o teoría específica, además se constituye en una estrategia metodológica que el docente puede utilizar para repensar su quehacer y asumirse como un intelectual del conocimiento. Es importante resaltar que en este contexto de significación, se concibe a la historia como una tentativa de pasado y no como narrativa, por ende, más que relatar unos hechos acontecidos; se busca discutir en las diferentes variables y problemáticas que acaecieron un hecho específico y toda la evolución, procesos, indagaciones y metodologías que dieron lugar a la formación del conocimiento.

En este proceso investigativo, la historia y la epistemología fue un eje fundamental ya que ésta se enmarcó en una línea de investigación que permitió considerar el análisis histórico y epistemológico como una oportunidad para replantear el discurso docente y presentar una propuesta de enseñanza que develara nuevas estrategias metodológicas y pedagógicas para abordar los conceptos de reflexión y refracción de la óptica geométrica, de forma tal que le permitieran al estudiante construir dichos conceptos y concebir una visión del mundo físico más concreta.

Consecuente con lo anterior se buscó desde el análisis histórico epistemológico de la obra Óptica de Newton, aportar en la construcción de rutas didácticas en la enseñanza de los fenómenos de la reflexión y la refracción de la óptica geométrica.

4.3. FORMULACIÓN DE LOS CONCEPTOS DESDE EL TEÓRICO:

4.3.1. Construcción de los fenómenos de la reflexión y la refracción a partir de Newton

Retomar la obra de este autor se vuelve interesante en la medida en que posibilita desgranar el proceso mediante el cual llegó a construir su teoría, ya que esto permite entender que:

"los conceptos que usualmente son presentados en la enseñanza de manera acabada, tuvieron un génesis un proceso de desarrollo para haber sido aceptados por la comunidad científica -y en esa medida- el conocimiento de esta génesis y proceso permite enriquecer los conceptos, flexibilizándolos y proporcionando nuevos significados y relaciones". (Ayala, et al, 2007, p. 11).

En este sentido, el presente apartado pretende situar el trabajo del físico en mención en el contexto actual, para que de manera significativa se pueda comprender cómo da forma a los fenómenos de la reflexión y la refracción y así lograr aportar al fortalecimiento de la enseñanza de dichos fenómenos.

En el análisis realizado a la obra "Óptica" (1977), se logra evidenciar la capacidad de percepción, análisis e interpretación que poseía Newton para hacer de los sucesos habituales fuentes de conocimiento. Es así como este célebre físico, consigue construir, a partir del estudio de la luz emitida por una vela, los rayos del sol o las pompas de jabón, las características principales de los fenómenos de la reflexión y la refracción. Es primordial resaltar lo anterior, porque con las

narraciones hechas por Newton en su obra, se puede traslucir que el ser humano encuentra el sentido de la actividad científica a través de un proceso de interacción con su realidad cotidiana. Sin embargo, dicho proceso no es pasivo, pues se requiere construir una lógica para acceder a las características de los sucesos y poder comprender su naturaleza. Así pues, él deja ver en su libro los *Principia* (sección XIV, Prop. XCVI) que las ideas propuestas por Snell, Descartes y Grimaldi, le permitieron realizar la demostración general de las leyes de la reflexión y la refracción. Igualmente, es oportuno reconocer que su conocimiento sobre la geometría euclidiana le facilitó llevar a cabo dichas demostraciones. Conviene entonces precisar que, fue el acceso a los saberes previamente establecidos por sus antecesores, lo que le permitió construir una carga teórica cuya función fue dotar de significación sus interpretaciones. En este orden de ideas, para sus análisis sobre los fenómenos de la reflexión y la refracción, Newton partió de unos conceptos previos que le permitieron dar por sentado cierta información que hasta el momento se conocía sobre la óptica (las leyes de la reflexión y refracción debidas a Euclides, Snell, entre otros), y dicha información la denominó axiomas, pero no porque fueran proposiciones a priori sino porque representaban una suma de conocimientos ya establecidos. Luego, instauró una serie de proposiciones que fueron validadas a través de experimentos basados en la observación y finalmente, Él constituyó unas definiciones que dan cuenta de los resultados obtenidos a partir de sus indagaciones experimentales.

El autor en mención, significa los fenómenos de la reflexión y la refracción a partir de relaciones, es decir, al no poder dar cuenta de los fenómenos en sí mismos crea una interdependencia entre ellos que le permite caracterizarlos y matematizarlos. Entonces, parte del color para describir las propiedades de ambos fenómenos, y a partir de ello establece una relación constante entre cada color y los grados de refrangibilidad de los cuerpos, lo que expresa en una tabla de valores contenida en la parte II del libro II de Óptica.

Al tomar en cuenta las consideraciones mencionadas de antemano, se puede decir que Newton deja ver en su actuar una noción fenomenológica de la física, porque en su constructo crea relaciones para hablar de un fenómeno en términos de otro. Así, expone que "el color de una lámina delgada cambia por la variación de su grosor". (Newton, 1977, p. 223) y a la vez, dicha variación en el grosor afecta la refracción. Por lo tanto, esta relación constante entre variables es lo que da fuerza a su fundamentación teórica y matemática, puesto que la interdependencia entre los fenómenos se puede comprobar en la experiencia y ésta, finalmente posibilita el establecimiento de ecuaciones algorítmicas. Además, este tipo de razonamiento es muy apropiado para comprender los procesos físicos, ya que en la naturaleza los fenómenos no se presentan de manera aislada sino que entran en correlación con otros. Sin embargo, en la enseñanza de la física pocas veces los docentes establecen relaciones entre fenómenos y por eso, los estudiantes se les dificultan explicar un fenómeno en términos de otro, ó utilizar una variable, por ejemplo extensiva como la longitud, para cuantificar otra variable intensiva como la temperatura.

Así mismo, es interesante recapitular la estrategia empleada por Newton para caracterizar los fenómenos estudiados, porque ello permite reflexionar sobre un aspecto que ha sido muy poco indagado en su obra y es el papel que juega la experiencia dentro de su proceso. Entiéndase la experiencia como aquellos conocimientos con los que contó Newton en el contexto socio-temporal en el cual desarrolló su trabajo científico. Con respecto a lo anterior, no puede desconocerse que Newton fue un intelectual minucioso y contó con la oportunidad de vivir en un ambiente de constante actividad intelectual, esto le permitió dedicarse con entrega absoluta a reflexionar sobre los objetos que le llamaban la atención (Solís, 1977). Por consiguiente, se considera que Newton logró establecer un perfecto engranaje entre teoría y experimentación, de tal modo que sus experimentos se convirtieron en el sustento de su construcción conceptual. No obstante, es pertinente considerar que inevitablemente lo contrario también ocurrió, los conocimientos

previos adquiridos a través de su experiencia, le permitieron estructurar sus experimentos, de ahí que sus observaciones no surgieron del vacío sino que fueron el producto de una interrelación consciente entre sus saberes conceptuales. Incluso, en la introducción de la primera parte del libro I resalta que para explicar las propiedades de la luz, razonadamente, expone una serie de proposiciones: *“En este libro no pretendo explicar mediante hipótesis las propiedades de la luz, sino presentarlas y probarlas mediante la razón y los experimentos. Para ello, propongo como premisas las siguientes definiciones y axiomas”*. (Newton, 1977, p.9). Por lo tanto, su iniciación teórica o experiencia, es organizada en premisas que se convierten en la base de sus interpretaciones.

Otro reflejo de lo anterior, fue que Él dedicó la parte III del libro II a narrar observaciones y experimentos realizados para refutar una teoría clásica que conocía sobre la reflexión, que a su vez, también involucraba la refracción. La teoría afirmaba que estos fenómenos se debían al choque de la luz contra las partes sólidas e impenetrables de los cuerpos. Por el contrario, Newton en una carta dirigida a Oldenburg, secretario de la Royal Society, fechada el 7 de diciembre de 1675, argumentó lo siguiente:

“La luz no es reflejada por las partes del cristal, agua, aire u otros cuerpos sensibles, sino por el mismo límite o superficie de los medios etéreos, siendo mayor aun la dificultad al pasar del más raro al más denso que la refractan, encontrando los rayos alguna dificultad en atravesarlos al pasar de un medio más denso a otro más raro, viéndose así refractada o reflejada por dicha superficie, según que las circunstancias que tengan lugar en su incidencia la haga capaz o incapaz de atravesarlos. Para confirmar esto, dije también que pensaba que la reflexión de la luz, al salir del cristal al aire, no se disminuía o debilitaba al eliminar el aire con una bomba, como habría de ocurrir, si fuesen las partes del aire las que reflejasen.”(Solís, 1977, p. 397).

De este fragmento se puede interpretar cómo las observaciones de Newton surgieron a partir de su experiencia, de su interacción con construcciones teóricas previamente establecidas.

4.3.2. La relación físico-matemática en la perspectiva newtoniana

Centrar la enseñanza de la física en aspectos matemáticos, devela una manera particular de representar la relación entre la física y la matemática, de tal forma que ésta no se establece en términos de constitución sino en términos instrumentales y se considera la segunda como una herramienta de la primera. Es importante destacar que la posibilidad de matematizar el fenómeno es un asunto que se piensa en la organización misma de la fenomenología, es una cuestión que se reflexiona y se construye dentro del proceso mismo de formalización de los fenómenos físicos. De este modo, tanto el componente algorítmico, como la organización fenomenológica coexisten y se configuran en la estructuración de la experiencia.

Lo anterior, se evidencia en el trabajo del autor en mención. A propósito de D'alembert (citado en Escohotado, 1982, p. 123), señala que "Newton fue el primero en mostrar lo que sus predecesores apenas habían atisbado, el arte de introducir la geometría en física y de crear--- uniendo experiencia y cálculo--- una ciencia nueva, exacta, profunda y brillante". Sobre esto es oportuno resaltar que la experiencia que se menciona en la referencia anterior, no solo alude al trabajo experimental sino también a un modo particular de ver la relación física - matemática. Otro aspecto importante a rescatar, es que la carga teórica que adquirió Newton por medio de estudios previos, también le permitió interpretar el comportamiento de los fenómenos ópticos. En este orden de ideas, en Newton la relación físico- matemática se establece en términos de constitución y ello se expresa en la definición que logra construir de los dos fenómenos abordados en este trabajo.

Con el propósito de establecer una definición, se puede inferir del trabajo de Newton que éste concibe la reflexión como el fenómeno que sucede cuando un rayo de luz incide contra la superficie que separa dos medios adyacentes y de diferente densidad, a un ángulo determinado, y se refleja con el mismo ángulo. Mientras que la refracción la explica como el suceso mediante el cual, los rayos de luz, que son absorbidos o atraviesan un cuerpo cuando inciden sobre éste, cambian su curso o ángulo debido a la diferencia de densidades. A partir de estas consideraciones y con el fin de establecer relaciones en este fenómeno, Newton expone que para cada uno de los rayos, el seno de incidencia y el de refracción están en una razón dada. En este sentido, se pueden conocer las refracciones entre cualquier medio y el aire de los rayos de todo tipo, si se tiene la refracción de los rayos de un solo tipo (Newton, 1977, p. 117). No obstante, las diferencias graduales de refrangibilidad solo las estableció por medio de una relación constante entre dichas diferencias y los colores. (Esto también se puede constatar en la explicación que realizó del arco iris).

Se puede ver entonces, que para este autor, tanto la reflexión como la refracción son el producto de la interacción de la luz con la superficie dos medios de diferente densidad, la diferencia entre ambas es que para la reflexión no hay cambio de ángulo, mientras que para la refracción si lo hay. Asimismo, en ambas definiciones se evidencia claramente cómo las nociones y concepciones geométricas matematizables de medición de ángulos y distancias se hacen relevantes para construir la reflexión y la refracción en términos de la relación entre la ocurrencia de la fenomenología y la construcción simultánea del algoritmo matemático, donde ambas se correlacionan para dar lugar a una formulación más clara y estructurada.

4.3.3. Recontextualización de los fenómenos de la reflexión y la refracción desde Newton

Para evidenciar la manera en que procede este teórico para construir los fenómenos mencionados, se hace imperativo partir del análisis de uno de sus instrumentos. Para estos efectos, se retoma el desarrollo teórico que realiza en las páginas 150 y 152 del libro "Óptica".

En la página 150, Newton desarrolla un teorema geométrico donde expone que la formación del arco iris se debe a proceso de reflexión y refracción en donde los rayos menos refrangibles alcanzarán un ángulo máximo de 42° y un ángulo mínimo de 50° , mientras que los rayos más refrangibles alcanzarán un ángulo máximo de 40° y un mínimo de 54° . Posteriormente, en la página 152, a partir del siguiente esquema, Newton trata de explicar por qué se ven ciertos colores en el arco iris.¹

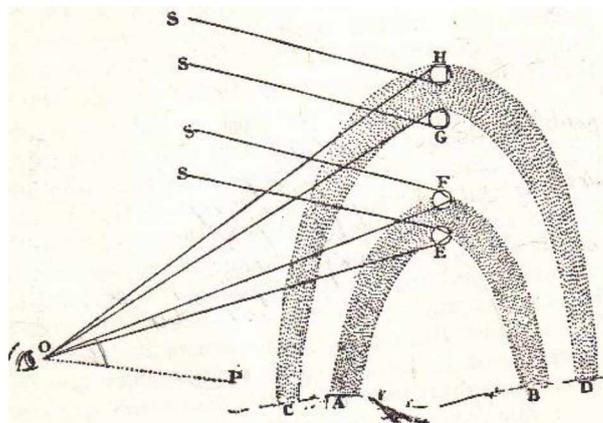


FIG. 15

En la figura 15, el autor trata de esquematizar lo que observa un espectador cuando contempla un arco iris. En este orden de ideas, "O" es el ojo del observador y OP, una línea paralela a los rayos del sol. H, G, F y E, corresponden a gotas de agua ubicadas en cualquier parte de la superficie cónica y los segmentos SE, SF, SG Y SH representarían los rayos del sol que chocan

¹ La figura 15 fue escaneada del libro Óptica (1977). P. 152

condichas gotas. Se puede observar además, la constitución de ángulos: unos que se forman entre la línea paralela a los rayos del sol y las gotas (POE, POF, POG y POH), y otros que se forman entre los rayos solares y el ojo del observador (SEO, SFO, SGO y SHO). Es importante mencionar que los pares POE y SEO, POF y SFO, POG y SGO, POH y SHO, forman ángulos de igual valor, siendo estos de 40° , 42° , 50° y 57° respectivamente.

En este orden de ideas, Newton expone que siendo el ángulo SEO igual al POE de 40° , será el ángulo máximo según el cual los rayos más refrangibles se puedan refractar hacia el ojo tras una reflexión, por lo tanto, se verán de un violeta profundo. De modo similar, siendo el ángulo SFO, igual al ángulo POF de 42° , será el mayor según el cual puedan salir de la gota los rayos menos refrangibles tras una reflexión, por lo tanto, los rayos se verán de un rojo más profundo. En el mismo sentido, siendo el ángulo SGO, igual al ángulo POG, de 50° , será el ángulo menor con el que los rayos menos refrangibles puedan salir de la gota tras dos reflexiones, viéndose así de un rojo más profundo y siendo el ángulo SHO igual al POH, de 54° será el ángulo menor, según el cual los rayos más refrangibles podrán emerger de la gota tras dos reflexiones observándose los rayos de un violeta más profundo. En los lugares intermedios de las gotas, se da una descomposición de la luz, según los rayos que poseen un grado intermedio de refrangibilidad.

Para entender mejor lo planteado por este teórico, un esquema más específico sería así:²

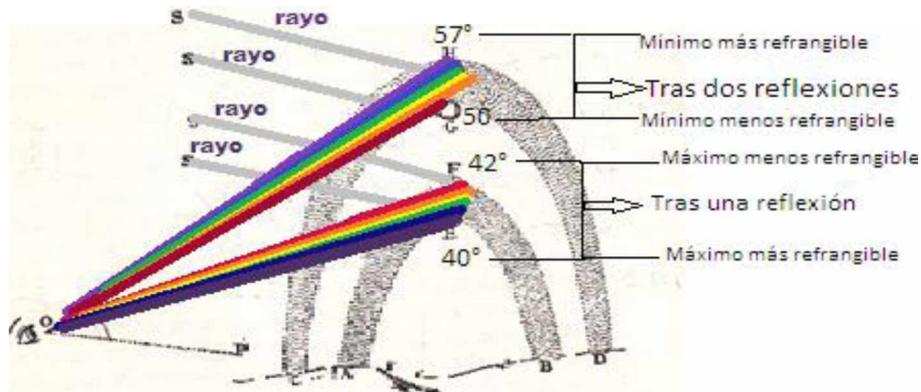


Fig. 15

Para comprender de manera recontextualizada lo planteado por Newton, es necesario recurrir a la teoría ondulatoria de la luz. Es importante recordar que la luz está conformada por diferentes longitudes de onda, siendo la más larga para el color rojo y la más corta para el color violeta. En este sentido, se hace claro que Newton llama a los rayos menos refrangibles, a aquellos que poseen una longitud de onda más larga, es decir al rojo, mientras que los más refrangibles, son aquellos que poseen una longitud de onda más corta, o sea, el violeta. En este sentido, los rayos serán más o menos refrangibles según su capacidad de refractarse, por lo tanto, como las longitudes de onda del violeta- azul son más cortas, éstas se refractan con mayor facilidad al chocar con las gotas de agua, y su tonalidad se debilita (azul más pálido) a medida que la luz debe recorrer una mayor distancia e interactuar con un mayor número de gotas (es decir, se debilita a medida que sufre más reflexiones). De igual manera, como las longitudes de onda del rojo son más largas, la luz necesita recorrer una distancia mayor e

² Adaptación de la figura original hecha por los investigadores para comprender mejor el esquema.

interactuar con un número mayor de gotas para descomponer su tonalidad roja. En pocas palabras, cuando la luz blanca interactúa con la superficie de un cuerpo refractante, primero se descompone en su color azul y luego de varias reflexiones y refracciones, se descompone en su tonalidad roja. Entonces, es por la explicación anterior, que Newton expone que tras una reflexión, el rojo se ve débil y el violeta se ve fuerte, mientras que tras dos reflexiones, el azul es quien se ve débil y el rojo se ve fuerte. El mismo fenómeno es posible observarlo en el cielo durante un día poco nublado ya que es claro que a algunas horas éste es de un azul más pálido, un azul más profundo, o con una tonalidad roja. Igualmente esto también se puede ver en la superficie de un CD expuesto a los rayos del sol.

Lo verdaderamente significativo de este ejercicio es que Newton en él devela que una manera de observar los efectos de la refracción y la reflexión es por medio de la descomposición de la luz blanca. Entonces, cuando se analiza detenidamente el esquema 15, se puede entender que para este autor, cuando se observa un arco iris lo que se percibe es una reflexión entre el rayo de luz y el ojo de dicho observador, ya que los segmentos trazados entre ambos poseen el mismo ángulo, pero, la evidencia de la refracción es la descomposición de la luz blanca en sus diferentes colores. Por lo tanto, ambos fenómenos están ligados y cuando ocurre uno, necesariamente ocurre el otro.

5. METODOLOGÍA

5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tuvo como pretensión, indagar en 4 casos del grado 11 de la Institución Educativa Comercial de Envigado, sobre la conceptualización de los fenómenos de reflexión y refracción. Se procuró que dichos procesos en lo posible mantuvieran una relación equilibrada entre lo matemático y lo físico para analizar si ello permitía una comprensión más clara entre el aspecto fenomenológico y el algoritmo numérico, de tal modo que ambos componentes proyectaran hacia los casos una correlación que se configura a partir de la estructuración de la propia experiencia, es decir, dentro del mismo quehacer científico, y no se siguieran proyectando en términos de una relación instrumental donde lo conceptual se da por un lado y lo matemático por el otro. Para lo anterior, también se utilizó como estrategia didáctica la introducción de la historia y la epistemología en la enseñanza de la física, pues se considera que este elemento ayuda a demostrar que en la historia de la física los procesos de matematización del fenómeno se piensan en la organización misma de la fenomenología y por ende no es viable considerar la matemática como una herramienta que se superpone pasivamente al concepto físico para sustentarlo o darle coherencia. Para esta indagación, fue primordial la presencia de los investigadores dentro del marco contextual en el cual se desarrolló el proceso investigativo ya que esto posibilitó una aproximación a las vivencias de los casos en su contexto natural. Sin embargo, se resalta que el rol de los investigadores no fue intervencionista, para evitar permear los modos de comprender de los casos seleccionados.

Todas las observaciones realizadas, fueron fuente de interpretación para los investigadores, no obstante, es meritorio señalar que el proceso investigativo en su totalidad fue susceptible de interpretación, aspecto característico de este tipo de investigación. En aras de la validez del proceso investigativo, se realizaron

diversas estrategias de triangulación y algunas de ellas consistieron en la construcción de significados desde las diferentes visiones de los investigadores, desde la información que arrojaron los diferentes instrumentos y desde el marco teórico.

Es importante precisar entonces, que tanto los asertos como la construcción del horizonte investigativo, surgieron de las diversas estrategias de triangulación y ello es coherente con la intencionalidad de la investigación pues, ésta no pretendió llegar a generalizaciones sino más bien a la unicidad de los actores estudiados para comprender sus particularidades, por lo tanto, el objetivo principal siempre fue comprender en su totalidad los casos y ello conllevó a la imposibilidad de preestablecer un curso para la investigación, pues los temas y el diseño se reformularon de tal modo que posibilitaran comprender cómo los casos conceptualizaban y explicaban situaciones relacionadas con los fenómenos de reflexión y refracción. Así pues, es imperativo resaltar el enfoque progresivo que tomó la investigación, ya que, al estar sujeta a interpretaciones constantes, todo el proceso investigativo se caracterizó por ser flexible y objeto de modificaciones.

Así mismo, fue característico partir de lo que los casos comprendían y cómo estos se relacionaban con los demás casos y con el contexto donde tuvo lugar la investigación, en este orden de ideas, el estudio aquí desarrollado es ante todo una fuente de conocimiento para ayudar a los humanos a comprenderse a sí mismos y a los demás, de este modo, aunque se enmarca dentro de la línea educativa, está determinado por la interacción entre sujetos, hombres y mujeres que poseen diferentes maneras de ver e interpretar el mundo que los rodea. Por consiguiente, estas consideraciones justifican por qué en la presente investigación no se pretendió generalizar, pues los sujetos como tal son únicos y su interpretación se ve delimitada por el contexto al cual pertenecen.

Por todo lo anterior, el enfoque asumido por los investigadores es cualitativo y el método es el estudio de caso instrumental. Según Stake (1999) el caso instrumental se presenta cuando los investigadores usan determinado caso como instrumento para conseguir la comprensión de algo diferente. Así, en esta investigación el análisis de los libros de texto, del teórico y de los alumnos, fueron los instrumentos para comprender cómo se conceptualizan en el contexto de la enseñanza dos de los fenómenos de la óptica geométrica en la Institución Educativa Comercial de Envigado.

5.2. CARACTERIZACIÓN DEL CONTEXTO

Esta investigación se desarrolló en la Institución Educativa Comercial de Envigado. La Institución está ubicada en la zona suroriental del municipio, específicamente en el barrio La Mina. Es una institución de carácter público que brinda cobertura alrededor de mil estudiantes, los cuales en su mayoría pertenecen al estrato dos. Es importante mencionar que gran parte de la población estudiantil es propia de la zona y esto ha generado que uno de los principales objetivos de la institución sea la formación integral de líderes capaces de transformar positivamente su entorno, por eso, la media técnica vocacional que ofrece es a nivel empresarial porque este enfoque posibilita que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos dentro de su propio contexto para generar nuevas posibilidades económicas que favorezcan el desarrollo.

En la propuesta pedagógica, el colegio emplea un modelo pedagógico constructivista, por eso todas sus estrategias metodológicas están orientadas hacia el fortalecimiento y recreación del conocimiento hacia la construcción de una Institución que reconozca la alteridad y fomente la convivencia. Es posible analizar a través de su estructura curricular y PEI que el Comercial de Envigado se repiensa a si misma constantemente ya que hace procesos de diagnóstico y

evaluación que le permite medir la eficacia de las estrategias pedagógicas, didácticas, académicas y administrativas que ejecuta.

Dentro de esta investigación, es imperativo tener en cuenta las características del contexto en el cual se desarrollaron las diferentes actividades interpretativas porque dichas características, permitieron perfilar los casos ya que los modos de pensar y actuar de los sujetos están determinados por su contexto sociocultural.

5.3. CATEGORIZACIÓN DE LOS CASOS

Para esta investigación se utilizaron como casos de estudio 4 alumnos de undécimo grado, 3 libros de texto de física usados en la institución educativa como guías y el texto original del teórico seleccionado (Óptica de Newton). Todo, con el fin de poder analizar a través de ellos sus discursos sobre el tema tratado. En este sentido, los casos son de tipo instrumental ya que por medio de ellos se pretendió indagar un aspecto diferente.

5.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para lograr un mejor análisis y un mayor grado de profundidad dentro de la investigación y debido a que el tiempo del que se dispuso para el trabajo de campo y la posibilidad de acceso al mismo fue limitada, se seleccionaron 4 actores del grado undécimo, que poseían fluidez verbal, ello con el fin de que pudieran develar de forma más clara sus modelos explicativos a través de los instrumentos aplicados por los investigadores. Además, dichos actores mostraron actitud positiva y sentido de pertenencia ante las actividades que se les propusieron. Por otra parte, los libros de texto fueron seleccionados porque son los libros que utilizan los profesores en la enseñanza dentro de la institución educativa de envigado, de este modo, se aseguró que los asertos obtenidos tuvieran relación

directa con el contexto dentro del cual se investigó. Y por último, Newton fue seleccionado como teórico porque es uno de los precursores en el estudio de la óptica geométrica y aparte de ello, dentro de sus experimentos siempre procuró mantener una relación de constitución entre la fundamentación conceptual y el constructo matemático.

5.5. TIEMPO

Esta investigación se desarrolló en un tiempo límite de año y medio, que se dividió en tres fases. En la fase uno, se realizó el planteamiento y la formulación del problema, se establecieron los propósitos, se formuló la categorización de los casos, de la investigación y del contexto; y se seleccionó el teórico para realizar el análisis histórico -epistemológico; en la segunda fase se recogieron, analizaron y sistematizaron los datos y se realizó el proceso de re-contextualización de la óptica geométrica desde Newton; en la última fase se continuó con el análisis y la sistematización, además se diseñó una propuesta didáctica donde se plantearon una serie de actividades que posibilitan precisiones acerca de los fenómenos abordados en este trabajo.

Vale la pena mencionar que tanto el diseño metodológico como la construcción del marco conceptual transversalizaron todo el proceso investigativo, ello se debe a que la investigación cualitativa posee un enfoque progresivo que permite reformular su estructura en cualquier fase, por esta razón tampoco se puede hablar de un tiempo lineal.

5.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La principal labor de la investigación cualitativa es la interpretación de los datos y para acceder a ellos, se utilizan diferentes técnicas de recolección de información

que permiten profundizar en las formas de expresión propias de los casos seleccionados. Es importante señalar que en este trabajo, los principales medios de recolección de información fueron, los investigadores, ya que, ellos construyeron la significación de los datos a partir de la interpretación y el análisis. En este orden de ideas, los investigadores desempeñaron diversos roles al momento de recoger los datos: Actuaron como profesores críticos de los contenidos disciplinares, analizaron, interpretaron y recrearon las condiciones para facilitar según el contexto el aprendizaje individual y colectivo; operaron como intérpretes, puesto que en todo el proceso investigativo procuraron reconocer y confirmar significados nuevos que posibilitaron el análisis y la construcción de asertos; se desarrollaron como evaluadores, ya que procuraron estar en constante búsqueda de los méritos y defectos de los casos, con el fin de conseguir su unicidad y, cumplieron con el rol de defensores porque posibilitaron la construcción de rutas de significación del concepto que quisieron comunicar, creando las condiciones para que éste fuera consensuado y aceptado.

En suma, los métodos utilizados en esta investigación fueron:

5.6.1. Entrevista

El principal fin de este método fue obtener por medio de preguntas y respuestas, una comunicación con los casos, para develar los modelos de los cuales se valían para explicar los fenómenos de la reflexión y la refracción.

Así pues, se usó el método de entrevista sobre ejemplo para posibilitar que los casos verbalizaran con sus propias palabras, sus conocimientos acerca de algunos aspectos relacionados con la reflexión y la refracción, como la formación de imágenes en los espejos, la sombra y el arco iris. En este sentido, la estrategia aplicada fue presentar a los estudiantes en una serie de láminas, espejos con diferente aumento y materiales que hacían las veces de espejo, ello con el fin de

que explicaran con sus propias palabras los aspectos que permitían que las personas se pudieran ver en éstos. De igual forma, se les mostró las fotografías de una burbuja, una fuente de agua donde aparecía un arco iris y la sobra de un ventilador reflejada en el espejo, y a partir de estas imágenes, se plantearon una serie de interrogantes que los estudiantes fueron respondiendo en el transcurso de la entrevista. Se procuró que las preguntas usadas en esta fueran fáciles de entender, neutrales y permitieran un análisis profundo de las explicaciones de los estudiantes. Finalmente, esta entrevista se realizó en sesiones de quince minutos por caso y los instrumentos usados dentro de este método fueron, cuestionarios en formato impreso y grabaciones de audio y video. Al final, se anexan los formatos de la entrevista realizada y la transcripción de la misma.

Igualmente, también se usó la entrevista semi-estructurada, ya que ésta permitió caracterizar de una manera más íntima, flexible y abierta, los modelos explicativos de los casos con respecto a algunos términos.

En la primera entrevista semi-estructurada, se trató de indagar la manera en que los casos explicaban los términos reflejo, reflexión, imagen y luz. Dicha entrevista surgió de la necesidad de ampliar estas ideas expuestas por los casos en las actividades experimentales I y II, ya que se encontró que ellos las utilizaban constantemente para dar sus explicaciones pero no se podía saber cuál era la noción conceptual que poseían acerca de esas palabras. La segunda entrevista semi-estructurada se realizó con el fin de develar las razones por las cuales los casos realizaron unos dibujos en la actividad experimental II. Estas entrevistas se realizaron en dos sesiones diferentes y en cada una se invirtieron 20 minutos por caso. Los instrumentos usados en esta entrevista fueron un cuestionario en formato impreso y grabaciones de audio.

5.6.2. Actividades experimentales y de conceptualización

Se realizaron dos actividades experimentales en las que los 4 casos de manera individual, manipularon una serie de materiales, observaron y analizaron sucesos y luego, contestaron unas de preguntas alusivas a las observaciones. El objetivo de la actividad experimental I, era indagar sobre la manera como los estudiantes entendían los fenómenos de la luz y el color, y el propósito de la actividad II, era investigar la manera cómo los casos explicaban los fenómenos de la reflexión y la refracción. Cada actividad se aplicó en sesiones independientes y tuvo una duración de 40 minutos por caso. Los instrumentos empleados para recolectar la información fueron Grabadoras de audio y las actividades en formato impreso. Al final, se anexan los formatos de las actividades experimentales y el desarrollo que hicieron los casos de las mismas.

5.6.3. Documentos, registros, materiales y artefactos

Para la presente investigación se utilizó como fuente bibliográfica de análisis la obra "Óptica" de Newton por medio de la cual se pretendió determinar la manera en que este autor llegó a caracterizar los fenómenos abordados en este trabajo.

Es importante mencionar que las anteriores estrategias se privilegiaron porque permitieron hacer énfasis en las explicaciones, y la codificación de modelos explicativos de los casos. Además, el grupo de investigadores diseñó un protocolo ético para consultar previamente la disposición de los casos participantes. (Ver anexo I)

6. SISTEMATIZACIÓN y ANÁLISIS

Todos los asertos investigativos son productos humanos, puesto que son sujetos quienes interactúan dentro de los contextos y construyen significados lógicos a partir de la interpretación. Dentro de la investigación cualitativa, el análisis consiste en tomar los datos obtenidos durante la recolección, y estructurarlos de tal modo que den solución al contenido establecido en el planteamiento del problema.

Para que los análisis fueran confiables, se construyeron significados a partir de la triangulación; así pues, se realizó triangulación por instrumentos, la cual consistió en obtener una suma considerable de datos de los casos, por medio de la aplicación de cinco instrumentos, los cuales fueron analizados y comparados para detectar similitudes en las explicaciones de los casos desde diferentes actividades. De igual forma, se realizó triangulación de metodología la cual consistió en afianzar la interpretación de los investigadores al complementar dicha información con registros teóricos anteriores. Por otro lado, se utilizaron diferentes estrategias como juicio de pares, confrontación con los participantes, y pilotaje de las entrevistas; para garantizar que la interpretación correspondiera con los elementos teóricos de base y evitar al máximo la subjetividad y de esta manera darle una mayor credibilidad a la investigación.

Para sistematizar la información obtenida durante el proceso investigativo, se utilizaron matrices de doble entrada, las cuales fueron herramientas que permitieron visualizar relaciones entre temas, ya que la codificación y categorización, facilitaron la organización de la información obtenida a partir de las entrevistas y actividades experimentales y de conceptualización.

6.1. CATEGORÍAS DE LA INVESTIGACIÓN

Es importante mencionar que toda la sistematización y el análisis estuvieron orientados por las categorías apriorísticas, establecidas a partir de la construcción del planteamiento del problema y el análisis del teórico, de igual forma, en la medida en que se desarrolló el proceso de análisis, emergieron otras categorías necesarias para llevar a cabo la interpretación de los datos. A continuación se enuncian dichas categorías:

6.1.1. CATEGORÍAS APRIORÍSTICAS:

6.1.1.1. Relación entre el concepto físico y el modelo matemático

Esta categoría permitió evidenciar la manera en que los casos relacionaron la carga conceptual y matemática. Para ello se estableció dentro de la investigación dos posibles formas de dicha relación: una instrumental, en la que la matemática se utiliza como una herramienta para definir el fenómeno conceptualmente y una constitucional en la cual se considera que la posibilidad de matematizar el fenómeno es un asunto que se piensa en la organización misma de la fenomenología.

6.1.1.2. Reflexión y refracción en términos de Newton

Al analizar el texto Óptica de Newton, se encontró que el autor hace una construcción particular de los fenómenos de reflexión y refracción. Partió de una carga teórica que le permitió dotar de significación sus interpretaciones y a partir de diversas experiencias, significó los fenómenos de la reflexión y la refracción de una manera simultánea, a través de relaciones entre otros fenómenos como el color. De igual manera, estableció relaciones constantes entre variables a partir

de medición de ángulos y densidades y ello finalmente le permitió el establecimiento de ecuaciones algorítmicas.

6.1.1.3. Interpretación mecánica de la reflexión por impacto

Teoría clásica refutada por Newton en el libro "Óptica", que consideraba que la reflexión y la refracción se debían al choque de la luz contra las partículas impenetrables de los cuerpos y no contra la superficie de los mismos.

6.2. MATRICES DE DOBLE ENTRADA

A continuación, se presenta la información obtenida de los cinco instrumentos en las siguientes matrices:

6.2.1. MATRICES POR INSTRUMENTO

Posibilitaron analizar la respuesta que dieron los casos a cada una de los puntos que componían el instrumento sistematizado. En esta matriz, horizontalmente se obtuvo un aserto del caso con respecto a todos los puntos del instrumento y verticalmente se obtuvo un aserto de todos los casos con respecto al mismo punto del instrumento. Finalmente, se consiguió un aserto de asertos de todos los casos con respecto al instrumento. Es importante mencionar que en cada matriz, se mantuvieron de manera textual las respuestas de los casos, por lo tanto, se respetó la ortografía de los trabajos en los que tuvieron que escribir y se realizaron transcripciones al pie de la letra en las entrevistas. Para efectos de la sistematización, si se obviaron y resumieron algunas partes de las respuestas que eran ajenas a las intencionalidades de los investigadores, pero no se alteró el contenido original ni en terminologías ni en ortografía.

		lo que conforma el espejo y no hacia sus alrededores .		ampliada el del aluminio se ve muy borroso y en el papel obviamente no se va a ver		ilusión es que no es un arcoíris como el que normalmente se ve en el cielo sino una cosa que fue consecuencia de la unión entre el sol y el agua	los extremos. Hay unos lados que están más iluminados que otros. Porque la luz está dando solamente hacia un punto de la burbuja y no está encima de todo		
4	Creo que es por el materia que está hecho y por la parte que le ponen atrás	Afuera. En mí	Sigue reflejándose e pues sigue uno viéndose en el espejo por la iluminación que tiene el vidrio	Por el materia que está hecho, no está hecho a base de lo mismo y no tiene como para uno reflejarse	Que me conozca yo mismo	Por el reflejo que da el agua con el metal que está hecho la estatua	Por la ubicación de la luz	Porque detrás del ventilador debe de haber alguna luz que haga que refleje en la pared.	El problema de la imagen está en relación con la naturaleza de los materiales y la acción de la luz.
3	Porque es un materia que refleja	La imagen está afuera pero la refleja el crystal .	No se va a ver porque no hay luz .	Porque son diferentes materiales	Que esten compuesto de lo mismo	Primero que halla luz y segundo que halla agua .	Por el vacío	Porque hay luz atrás del ventilador.	Se resalta la importancia de un material para que se dé un reflejo.
ASERTOS	En los casos 1, 3 y 4 se observa como el material del espejo es determinante para su función de	Todos los casos consideran la imagen como algo real que está adentro o afuera del	Se hace evidente en los casos 1, 2 y 3 la importancia de la luz para que se observe	Todos los casos expresan que la diferencia en lo que se observa se debe a las distintas composiciones	Los casos 1, 2 y 3 concuerdan en exponer que el material del espejo es	Para todos los casos se distingue que la presencia de agua es necesaria para la formación	Los casos 1, 2 y 4 exponen que la luz permite observar los colores.	Se manifiesta en todos los casos que la luz es necesaria para la formación	Es evidente que los diferentes casos utilizan el concepto de reflejo ligado a otros

	reflejar los diferentes objetos y cosas.	espejo.	un objeto.	es de los materiales.	primordial para la formación de la imagen.	del arcoíris y que además de éste se necesita otro elemento como la luz o un metal. Es evidente que en los casos 2 y 3 la formación del arcoíris se concibe como un proceso de reflexión.		de un reflejo.	términos como material y luz, ello denota un acercamiento o a la noción de reflexión. Sin embargo todos los casos resaltan la importancia de la composición del material para que se dé un reflejo y no se evidencia ningún acercamiento o al concepto de refracción.
--	--	---------	------------	-----------------------	--	---	--	----------------	---

Análisis: Después de analizar palabras y frases de las respuestas obtenidas de los casos en las ocho preguntas, se llega al siguiente aserto de asertos: *Es evidente que los diferentes casos utilizan el concepto de reflejo ligado a otros términos como material y luz, para explicar fenómenos como la formación de imágenes, el arco iris y la sombra, y de alguna manera, ello denota una aproximación a la noción de reflexión, Sin embargo, todos los casos resaltan la importancia de la composición del material para que se dé un reflejo. Esto es claro sobre todo en las respuestas a la preguntas 1, 5 y 6, ya que en relación con los espejos, los casos exponen que el material de los mismos es primordial para la formación de la imagen, y en relación con el arco iris, para todos los casos se distingue que la presencia de agua es necesaria para la formación de éste y que además, se necesita otro elemento como la luz o un metal. Por otro lado, es*

importante resaltar que en ninguna parte del instrumento, se logró detectar un acercamiento al concepto de refracción.

En este orden de ideas, en el instrumento I, se hace evidente cómo la totalidad de los casos hacen alusión a la importancia de la composición del material para que se dé el reflejo y ello, se puede relacionar con una teoría clásica que existía en el siglo XVII denominada “Interpretación mecánica de la reflexión por impacto” (Solís, 1977, p. 396), la cual exponía que los fenómenos de reflexión y refracción se debían al choque de la luz contra las partes solidas e impenetrables de los cuerpos, por lo tanto, su ocurrencia dependía directamente de la composición del material. Esta teoría fue refutada por Newton a través de un experimento en el cual argumentó que la luz se refleja y se refracta al chocar en la superficie de los medios (Solís, 1977) y no al chocar con la totalidad de cuerpo. En este sentido, se evidencia que la explicación de los 4 casos de la Institución Educativa comercial de Envigado, se corresponde con una visión clásica de estos fenómenos.

6.2.1.2. Instrumento II⁴: Actividad experimental I

Objetivo: Indagar la manera como los estudiantes entienden los fenómenos de la luz y el color.

PREGUNTA CASO	¿Qué crees que te permite ver la imagen?	Describe que fenómeno estas observando en la imagen y defínelo	Para ti ¿Qué son los colores?	Coge el láser y apuntalo al centro de la gelatina de tal modo que su luz la atraviese describe y esquematiza lo que observas	Apunta con el láser hacia el extremo inferior o superior de la gelatina, describe y es que matiza lo que observas	Coge el prisma acércalo a tu ojo y mira los objetos a través de él, describe y esquematiza lo que observas	Sujeta el CD, acerca la luz de la linterna a éste. Esquematiza lo que vez y explica porque crees que ocurre esto	ASERTOS
1	"Los ojos, la vista, la luz que me rodea, la	"el fenomeno que se esta presentando es que la luz no se	"... los tipos de colores y matices son los que	"...se puede observar que la consistencia blanda y	"pasa un suceso paresido ya que la luz	"se pueden ver 2 acontecimientos estos son: *cuando se	"por la composición física del CD y porque la luz da directa	El reflejo es una iluminación que se

⁴ Ver actividad exploratoria #2 del ciclo didáctico, que corresponde al formato de esta actividad experimental y el anexo III que recoge el desarrollo de dicha actividad por los cuatro casos.

	<p>Impresión a color, la nitidez de la foto"</p>	<p>puede esparcir por todo el lugar... atarDecer que se ve que a pesar de la luz que genera el sol Hay esa Barrera que genera las nubes... la luz abarcada por el sol se puede ver la iluminación mas no la luz propia"</p>	<p>hacen ver o mas claro o mas oscuro o le dan la sombra o la luz, ...es un complement o de la luz que ayuda a que se esparsa la sombra"</p>	<p>trasparentosa hace que la luz proyectada por el lazer la atraviese y siga la trayectoria de la luz hasta llegar a otro punto, además la luz es demasiado fuerte y es mas fácil que se vea aun pasando por la gelatina su forma original y no el reflejo o la iluminación que genera"</p>	<p>sigue atravesando la gelatina pero la luz que la atraviesa pierde fuerza y la luz que se refleja en el otro punto ya no se ve como la luz directa sino mas bien la iluminación o el reflejo del lazer"</p>	<p>aserca el prisma al ojo y se pone hacia la luz no se ve hacia la dirección vista sino que se ve hacia el lugar opuesto a donde se tiene la vista puesta *al girarlo se puede ver no la luz sino el reflejo puesto sobre los objetos"</p>	<p>sobre este objeto sin embargo genera una seria de reflejos o arco iris con los mismos colores vistos en el prisma esos colores son naranjado, amarillo, verde, azul, morado, además se puede ver como si la luz proyectada tambien generara los mismos colores"</p>	<p>genera al estar ausente la luz directa.</p>
2	<p>"un lente que hay en mis ojos"</p>	<p>"Es la presentación de la luz es diferentes formas. En la primera imagen puedo captar una luz directa. En la segunda solo puedo observar el producto de una reflexión. En la tercera, la luz es más clara y esta oculta"</p>	<p>"los colores son engaños visuales. Producidos por el prisma."</p>	<p>"el laserlográ filtrar la gelatina y su luz pasa atreves de esta quedando un poco distorcionada. sin embargo...se crea una reflexión de esta luz en todo el cuerpo"</p>	<p>"La luz se desprende de la gelatina y crea una reflexión algo turbia sobre la mesa. y se observa un punto rojo en el tablero"</p>	<p>"Los objetos aparecen con luces de colores azul, rosado, naranjado y rojo. Las formas son mas abstractas y coloridas"</p>	<p>"El disco al ser reflejado por la luz, se torna brillante y de distintos colores que son reflejados por la iluminación".</p>	<p>La luz refleja los colores.</p>
3	<p>Que tiene una forma y un color que me permite observarla y además hay luz en el ambiente.</p>	<p>Estoy observando la luz en la oscuridad y el reflejo de ella en algunas partes. la luz nos permite observar que hay un espacio. y viaja a una velocidad increíble para mostrar el color de las cosas y se puede reflejar casi que instantaneo</p>	<p>parami los colores son una ilusión que generan los ojos al persibir algo por medio de la Retina, y cuando no hay ausencia de luz...</p>	<p>lo que paso es que la luz del laser de reflejo en la gelatina pero de manera más amplia y se veia como atravesaba por el otro lado de la gelatina de la luz.</p>	<p>el rayo del laser atraviesa de manera diagonal la gelatina y expande su reflejo, de manera que queda el punto reflejado del laser más amplio, y nos muestra el color. al atravesar se vio el punto rojo del laser en el tablero</p>	<p>se reflejan los objetos además de notarse alrededor de ellos colores como los del arcoires Note colores como el rojo, verde, negro, azul, amarillo y morado, cián y un poco de naranjado.</p>	<p>se ven colores mas resplandecientes, cuando se aserca o se mueve la luz de la linterna se expanden o amplian y se mueven los colores, creo que es porque la luz de la linterna provoca alteraciones en los colores que se ven en el CD, como combinandosen para mostrar un producto color que sea diferente</p>	<p>La luz permite ver los colores</p>

							al que era antes	
4	La foto que le tomaron al objeto y luego de esto la imprimieron a color y esto me permite tener visible el objeto	El fenómeno que se observa u ocurre es el de la luz, la primera imagen se encuentra una lampara, en la segunda, se encuentra reflejada la luz, que puede provenir de una lampara o de los rayos de sol. y en la tercera se puede ver el atardecer.	son la combinacion de varios elementos, cuya combinacion Hace que hallan diferentes tipos de colores	cuando el laser pasa por el pedaso de gelatina, se ve con menor intensidad. antes de entrar a impactar la gelatina tiene mucha mas claridad. Esto sucede ya que la gelatina tiene un grosor que hace que la luz que se proyecta vaya disminullendo	“ cuando el laser impacta la gelatina, Esto Hace un tipo de reflejo, y por esto el laser se puede notar que me apunta la mono, aunque no lo tenga hacia la direccion de la mano.	Estos colores se presentan ya que el prisma esta hecho de cristal y cuando el cristal se expone al sol, este trata de motrar diferentes colores	cuando se apunta la linterna Hacia el CD esto Hace que muestre unos colores y que se refleje y mono. cuando se alumbra el CD En la oscuridad estos colores son aún mucho mas brillantes.	La luz permite ver los colores
ASERTOS	Los casos 1, 3 y 4 consideran que la imagen se ve debido a los colores.	Todos los casos explican el fenómeno de la luz a través de unas propiedades, entre las cuales se destacan: esparcion, iluminación, desplazamiento y reflejo	Los casos 1,2 y 3 relacionan la noción de color con la visión		Todos los casos consideran que el punto del láser observado después de atravesar la gelatina, es un reflejo del mismo y no la luz del láser.	Los casos 1, 3 y 4 explican el color como el producto de un reflejo.	Todos los casos explican que la observación de los colores en el CD, se debe a la incidencia de la luz sobre el mismo.	Se evidencia un esfuerzo por explicar los colores a través del fenómeno de la luz, sin embargo, consideran el color como algo propio del objeto y en este sentido, desligan ambos conceptos. Además se observa que todas sus explicaciones se dan en términos de reflejo y reflexión.

Análisis: Después de analizar frases y palabras, se llega al siguiente aserto de asertos: *Se evidencia un esfuerzo por explicar los colores a través del fenómeno de la luz, sin embargo, consideran el color como algo propio del objeto y en este sentido, desligan ambos conceptos. Además se observa que todas sus explicaciones se dan en términos de reflejo y reflexión.*

Así pues, en este instrumento se pudo establecer que los cuatro casos construyen una relación entre los fenómenos de la luz y el color, expresada en los siguientes términos: No se concibe el color como el producto de la descomposición de la luz, sino como una propiedad intrínseca del objeto que se visualiza por medio de la luz, esto se hace evidente sobre todo, cuando realizan la explicación de los colores en el CD, pues, todos los casos exponen que ello se debe a la incidencia de la luz sobre el mismo. En este sentido, los modelos explicativos de los casos, de alguna u otra forma, concuerdan con lo que autores como Gil (2003), Osuna (2007), Martínez (2005), entre otros, han expuesto en varias investigaciones, la mayoría de los alumnos poseen gran cantidad de modelos alternativos, (en algunas ocasiones confusos) para explicar los fenómenos ópticos y dichos modelos casi nunca son confrontados en la secundaria, por lo que los estudiantes siguen considerándolos como las explicaciones válidas. A su vez, esto se evidencia en la argumentación que utilizan los casos para explicar la formación del arcoíris, cuyo proceso se da por efectos de la refracción pero lo sustentan desde los conceptos de reflejo y reflexión. En este sentido emerge una nueva categoría donde se expresa *la refracción en términos de reflexión*.

Por otra parte, la manera de proceder de los estudiantes para estructurar una explicación sobre las diferentes actividades planteadas, se asemeja a una de las maneras de proceder de Newton, ya que ellos hacen uso de la interdependencia de fenómenos, en este caso, explicaron el color haciendo alusión a la luz. No obstante, la manera de proceder de los estudiantes se da de forma implícita, es decir, las explicaciones que ellos realizan de un fenómeno en términos de otro no son conscientes pues aunque, en casi todas sus respuestas siempre articulaban ambos conceptos, en ninguna parte del instrumento expusieron de forma clara que la luz eran un fenómeno que permitía explicar el color, En este sentido, se hace evidente que en estos temas los cuatro casos trataron de establecer una mirada fenomenológica, es decir, debido a la imposibilidad de acceder al fenómeno en sí

	introducirse						
2	<p>Por la reflexión de la luz en el agua</p>	<p>Cuando el lápiz pasa por la superficie de aceite se ensancha al igual que en la de agua. Esto ocurre así tal vez por una propiedad que posee el aceite para lograr dar volumen a las masas que estén en él.</p>	<p>A la reflexión de estos colores a través del agua, con ayuda de la luz.</p>	<p>La luz que proyecta el laser se ve proyectada en todo el vaso.</p>	<p>Por la reflexión de la luz por medio del agua.</p>	<p>si ocurre el mismo fenómeno por que es el agua quien nos ayuda a realizar este proceso de reflexión con la luz del laser.</p>	<p>La reflexión es un proceso que ocurre con la ayuda del agua y la luz.</p>
3	<p>creo que este fenómeno ocurre al ver la degradación de la luz percibida por la retina del ojo cuando alguna propiedad de la luz esta incidiendo en este medio del agua.</p>	<p>lo que pasa es que el lápiz se ve más grande cuando estaba dentro del vaso era igual de grande tanto en la parte del aceite como en la del agua pero la diferencia es que el aceite tenía un color diferente al del agua o sea que el lápiz en cada uno de los medios se presentaba con un color diferente de su alrededor eso es porque las propiedades de la luz incidieron.</p>	<p>creo que se debe cambio de ubicación de los colores debido a que no solo interactúa el medio en el que esta el agua sino también el que esta alrededor de la hoja con colores y este medio debio alterar la luz al verse a través del medio en el agua haciendo que el color cambiara.</p>	<p>lo que ocurre cuando el laser toca la parte de arriba del aceite es que forma un angulo perpendicular a la dirección a la que iba el laser haciendo que este cogiera otra trayectoria devolviéndolo a la parte del agua.</p>	<p>si, porque el medio del aceite actúa cuando la luz incide en este no permitiendo que la luz siga con su trayecto sino que lo cambia y aparece en la hoja.</p>	<p>si, porque el agua cambio el trayecto y paso por la parte del aceite y tras paso haciendo aparecer el punto en la hoja.</p>	<p>Las propiedades de la luz son diferentes según el medio y la trayectoria de la luz también cambia por el medio.</p>

		diferente en cada medio					
4	<p>este suceso por la reflectaría que es de vidrio y el aguaya que esto produce un tipo de reflejo y esto hace quecuando se mueva el lápiz pareciera como que fueran diferentes esto sucede por el agua y la reflectaria y también por el ángulo desde donde lo observo, esto produce que yo veo como el reflejo del lápiz simulara ver dos lápiz</p>	<p>este fue diferente al anterior no tiene reflejo ya que el aceite aísla el lápiz del aguas, como el agua y la reflectaría del vidrio son la que provocan el reflejo y el aceite aísla el lápiz del agua no permite que este reflejo se de</p>	<p>este se debe a que el agua con el vidrio, produce como un reflejo o espejo por esto cambia la ubicación de los colores</p>	<p>se observa que el laser rebota, osea que yo lo apunto hacia la reflectaría y por el reflejo o espejismo que hace el agua aceite y reflectaría eso hace que el punto rebote hacia la dirección que esta a mi lado</p>	<p>porque la hoja es de diferente color al del laser y porque es una superficie y este no permite que el laser rebote hacia otra direccion</p>	<p>si por que lo que el laseresta impactando es el aceite, y como es el aceite este no permite que el laser rebote hacia otra direccion</p>	<p>El vidrio, el agua y el aceite, provocan el reflejo.</p>
Aserto	<p>El agua, el vidrio y el ángulo con que se mire influyen en la formación de los reflejos.</p>	<p>Las propiedades del agua y el aceite influyen en la formación de la imagen.</p>	<p>el cambio de colores se debe a la interacción de la luz con el agua</p>	<p>La consistencia del aceite hace que el rayo del láser cambie de posición.</p>	<p>El medio del aceite actúa cuando la luz incide sobre éste, cambiando su trayectoria.</p>	<p>El medio, agua o aceite, cambia el trayecto del láser.</p>	<p>Aserto de asertos: La consistencia del medio con el cual interactúa la luz, hace que ésta cambie la trayectoria.</p>

Análisis: después de analizar palabras y frases, se llega al siguiente aserto de asertos: *La consistencia del medio con el cual interactúa la luz, hace que ésta cambie la trayectoria. Así pues, en este instrumento se sigue encontrando que los casos atribuyen cierta importancia a la composición del material para que se dé el*

reflejo. Sin embargo, es posible evidenciar que bajo esta actividad, lograron establecer otras relaciones entre dicho medio y la trayectoria de la luz. Expresiones como *“lo que ocurre cuando el laser toca la parte de arriba del aceite es que forma un angulo perpendicular a la dirección a la que iba el lazeraciendo que este cogiera otra trayectoria devolviéndolo a la parte del agua”* (caso 3). O *“lo que el laseresta impactando es el aceite, y como es el aceite este no permite que el laser rebote hacia otra dirección”* (caso 4), demuestran que los casos comienzan a instaurar una asociación entre la trayectoria de la luz y la densidad del medio con el cual interactúa. Además, los casos 3 y 4 lograron establecer una relación entre el ángulo de la luz y el cambio de trayectoria. Por lo tanto, en este instrumento se logra encontrar una primera aproximación a la construcción matemática de la reflexión y la refracción en términos de cambios de densidad y relación entre ángulos. Este hecho de alguna forma, ayuda a argumentar que la posibilidad de matematizar el fenómeno es un asunto que se piensa en la organización misma de la fenomenología, es una cuestión que se reflexiona y se construye dentro del proceso de cientifización de la propia física. De este modo, tanto el componente algorítmico como la organización fenomenológica coexisten y se configuran en la estructuración de la experiencia.

6.2.1.4. Instrumento IV⁶: Entrevista II:

Objetivo: Esta entrevista tuvo como objetivo profundizar en el instrumento I, para evidenciar de qué manera los casos definen los conceptos de luz, reflejo y reflexión.

⁶ Ver actividad exploratoria # 3 del ciclo didáctico que corresponde al formato de la entrevista(P:_____) y el anexo V que corresponde a la transcripción de dicha entrevista.

Pregunta	PARA TI, QUE ES REFLEJO	QUE CREES QUE ES UNA IMAGEN	CREES QUE HAY ALGUNA DIFERENCIA ENTRE LUZ Y REFLEJO	QUE CREES QUE ES REFLEXION	CUAL CREES QUE ES LA DIFERENCIA ENTRE REFLEJO, REFLEXION Y LUZ	ASERTOS
Caso						
CASO 1	<p>Lo que se puede como ver, pues la luz impacta sobre una lado y el reflejo es como lo que a su alrededor del punto donde choca la luz, así con algún objeto o con algún punto de finalización de la luz.</p>	<p>Pues depende de la imagen porque es que puede ser una imagen que uno ya esté viéndola impresa en algún lado o una imagen pues normal que uno pueda estar mirando pues por medio de la visión que lo rodea o una proyección o puede ser algo ya impreso pues una impresión sobre algo puede ser como la forma en la que uno puede proyectar la vista de algún objeto mirar al espacio que lo rodea otra imagen.</p>	<p>La luz es lo que pues como la clave que está proyectando como una linterna está apuntando hacia un punto fijo pues por la recta que se genera entre el proyector y donde termina la luz y el reflejo es lo producido por la luz no se produce el reflejo solo si no hay luz tiene que tener una luz para poderse ver</p>	<p>Como la ciencia o el estudio de reflejo de la luz y el reflejo</p>	<p>Que la luz es el medio por donde se proyecta como unos fotones de luz y ahí se proyecta pues se puede observar el reflejo y la reflexión pienso que la reflexión es como el estudio de eso del reflejo</p>	<p>La reflexión es el estudio del reflejo el cual es producido por la luz.</p>
CASO 2	<p>El reflejo es cuando algo se transmite a una superficie y eso reacciona de la misma manera, se transmite la luz, si y se choca con otro objeto que hace que eso se devuelva de la misma manera, por ejemplo, un espejo llega la luz y se choca con el espejo, entonces al chocar con el espejo reacciona y hace que se dispare otra vez la misma luz, o el color.</p>	<p>Una imagen es la apariencia visual que tiene algo por su color o por su textura por la apariencia lo que usted ve en eso</p>	<p>De pronto a ver la luz es lo que lo que nos permite como captar ese reflejo pero no es directamente el reflejo o sea la luz es lo que permite que usted vea ese reflejo pero si no hubiera luz pues entonces que se va a reflejar</p>	<p>La reflexión es cuando algo se refleja en otra superficie</p>	<p>Digamos que ese reflejo o esa reflexión se da por la luz pero yo creo que entre el reflejo y la reflexión no hay ningún tipo de diferencia o yo por lo menos aparentemente no veo la diferencia entre reflejo y reflexión pues porque por ejemplo usted tiene una imagen ahí entonces que está pasando en el reflejo se está reflejando esa imagen pero yo no voy a decir que es diferente eso a que haya una reflexión en esa imagen. De pronto por el color como tal yo creo que eso radica en el color, sí, porque si eso fuera sin color no influiría.</p>	<p>El reflejo o sea la reflexión se da por el choque de la luz con una superficie.</p>
CASO 3	<p>El reflejo es como el espectro de la luz es un efecto que la luz causa en un ambiente. Y el</p>	<p>La imagen es una forma que podemos captar por el sentido de los ojos de un objeto o cualquier cosa</p>	<p>La luz es la que hace posible el reflejo cierto y el reflejo es el resultado de lo que hizo la luz con como le</p>	<p>Es la capacidad que tienen los objetos para mostrarse en otra forma por medio</p>	<p>La luz es la que brinda el medio adecuado para que haya un reflejo y el reflejo es el resultado de la luz con otro objeto o algo así</p>	<p>el reflejo es el resultado de la luz con otro objeto... y la reflexión es la capacidad que tienen</p>

	<p>medio adecuado también. Por ejemplo no se pues digamos cristales y también o sea la luz está el computador, está el tablero pues esta la mesa y esta la luz. La luz pasa por pues por el computador y la parte de atrás que no se enfoca tanto la luz, la sombra no</p>	<p>que halla en la naturaleza</p>	<p>digo es el resultado de lo que hubo entre la luz y otro objeto o otra cosa.</p>	<p>de la luz, no se muestra pero es como la capacidad, es el reflejo de un objeto</p>	<p>cierto y la reflexión es la capacidad que tienen los objetos para hacer el reflejo por medio de la luz</p>	<p>los objetos para hacer el reflejo.</p>
CASO 4	<p>Algo que se da por decir que lo produce como una luz, para mí el reflejo es lo que por decir yo pueda verme en otra cosa o que eso sea brillante y refleje en otra parte pues como en un por decir en un espejo o en una lata de aluminio pues que sea brillante, por decir ya de lo que este hecho el espejo por decir en el agua también uno puede verse reflejado o por decir en el aluminio o en cosas brillantes</p>	<p>Es un objeto donde uno puede ver, pues un objeto donde uno puede ver algo, una imagen me refleja lo que tomaron o algo así</p>	<p>Pues la diferencia sería que la luz pues normal la que uno conoce por decir la del sol o por decir la que produce una lámpara y el reflejo está producida por el por el objeto que ya le dije que depende de que sea por decir un aluminio o un espejo.</p>	<p>Yo lo conozco como por decir cuando a uno lo ponen a reflexionar algo pues lo ponen a uno piense sobre lo que ha hecho, en términos físicos es algo que se flexiona, que se expande</p>	<p>Pues primero que el reflejo es donde uno se permite ver o por decir algo para que se vea en otra parte, la luz es como algo que permite que uno vea las cosas con más claridad y la reflexión es por decir que tiene más movilidad</p>	<p>Solo en materiales que poseen brillo se puede dar un reflejo.</p>
ASERTOS	<p>Todos los casos exponen que la luz al entrar en contacto o relación con algún objeto o material permite que se forme el reflejo.</p>	<p>El concepto de imagen lo relacionan directamente a un objeto que es captado por la visión.</p>	<p>Se expresa la luz como principal y única causa o medio para la formación del reflejo.</p>	<p>La reflexión se define en tres formas diferentes: como un sinónimo de reflexión como el estudio del reflejo y como la capacidad de los objetos para reflejarse</p>	<p>la luz permite ver el reflejo.</p>	<p>Los casos establecen una relación directa entre los conceptos de luz, material y reflejo considerando que el reflejo es producido por la luz cuando choca con algún material. Por otro lado, se observa que para el caso 2 la reflexión y el reflejo son lo mismo mientras que para el caso 1, la reflexión es el estudio del reflejo y</p>

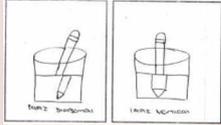
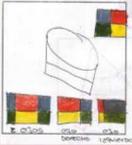
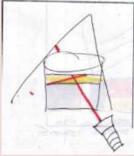
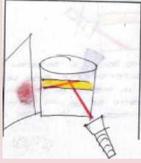
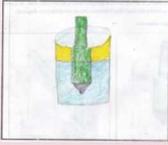
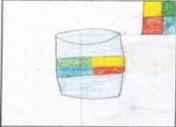
						para el caso 3 la reflexión es una capacidad de los objetos.
--	--	--	--	--	--	--

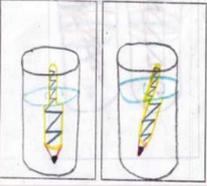
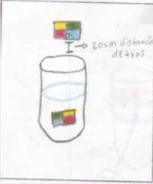
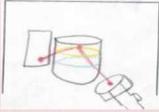
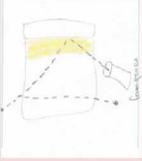
Análisis: Luego de realizar el análisis del instrumento por palabras y frases, se obtiene el siguiente aserto de asertos: *Los casos establecen una relación directa entre los conceptos de luz, material y reflejo considerando que el reflejo es producido por la luz cuando choca con algún material. Por otro lado, se observa que para el caso 2 la reflexión y el reflejo son lo mismo mientras que para el caso 1, la reflexión es el estudio del reflejo y para el caso 3 la reflexión es una capacidad de los objetos.* En este sentido, se hace evidente que para los casos 1 y 2 el reflejo es concebido como una característica de la luz que se da cuando ésta choca con un material distinto; dicho argumento se relaciona directamente a la definición de Newton que dice que “la reflexibilidad de los rayos es la disposición que estos tienen a reflejarse o retornar al mismo medio desde cualquier otro medio sobre cuya superficie caigan”. Por tanto, se hace indiscutible sustentar que dos de los casos poseen un modelo explicativo que se relaciona o asemeja a la visión newtoniana de dichos fenómenos. No obstante, es pertinente resaltar que desde el análisis realizado al teórico, los conceptos de reflejo y reflexión hacen referencia a lo mismo, por lo que el caso 2 poseería en su modelo explicativo un enfoque más cercano al newtoniano con respecto a los demás casos, sin dejar de lado el hecho que el caso 1 también se aproximan desde sus definiciones a lo propuesto por dicho autor en su libro Óptica.

6.2.1.5. Instrumento V⁷: Entrevista III:

⁷ Ver anexo VI que corresponde a la transcripción de la entrevista, la cual estuvo enfocada en una sola pregunta ¿por qué dibujaste así estos esquemas?

Objetivo: Esta entrevista tuvo como objetivo profundizar en algunos aspectos que desarrollaron los casos en el instrumento III, sobre todo, buscó profundizar en los esquemas que realizaron los casos.

	¿Por qué dibujaste así estos esquemas?				ASERTOS
CASO 1	 <p>Los dibujé así por la ilusión que produce el agua.</p>	 <p>Lo dibujé así porque Según la posición, se ven diferentes colores.</p>	 <p>Lo dibujé así porque la composición física del aceite es como más densa que la del agua, entonces produce como esa ilusión óptica, que el láser sigue hacia allá, pero entonces le hace creer a uno que cambia. El cambio de posición es una ilusión.</p>	 <p>Donde estaba el vaso y estaba la linterna era más cerquita y tenía como otra posición. Entonces ahí también se da el cruce pero más pequeño.</p>	Según la posición se ven diferentes colores...La composición física del aceite, el agua y la posición de la linterna producen la ilusión del cambio de posición del laser.
CASO 2	 <p>Por alguna propiedad que tenga el agua que haga que el lápiz se ensanche, es un efecto visual dentro del agua mirando el lápiz.</p>	 <p>Así los ví, de ese lado. Los colores se tornaban más ancho, de pronto por una reflexión que hay en el agua, es decir, el agua actúa como un espejo.</p>	 <p>Cuando se apuntaba hacia el aceite todo se ponía rojo y eso es una especie de reflexión que ocurría cuando el láser era apuntado hacia el aceite.</p>	 <p>Ocurre lo mismo del anterior.</p>	La reflexión es una propiedad que tienen el agua y el aceite

CASO 3	 <p>Porque el agua hace ver el lápiz así.</p>	 <p>La distancia influye de alguna forma en el cambio de los colores.</p>	 <p>Cuando yo señalé para arriba en el aceite no seguía para arriba sino que cambiaba el ángulo y eso se daba por el ambiente en el que está el rayo. La luz no interactúa igual en todos los medios.</p>	 <p>En la hoja se veía el punto cuando se forma el ángulo al chocar con el aceite. Cuando se señalaba con la linterna el aceite, se cambiaba la trayectoria de la luz.</p>	La luz no interactúa igual en todos los medios.
CASO 4	 <p>Es por la refractaria que es de vidrio y el agua ya que esto produce un tipo de reflejo.</p>	 <p>El agua con el vidrio produce como un reflejo o espejo.</p>	 <p>Cuando uno apuntaba, se reflejaba en el aceite y después rebotaba en el tablero y ya después se devolvía. El cristal con el agua es el que permite que el rayo rebote.</p>	 <p>Cuando apunté hacia arriba, el cristal con el agua hizo el mismo efecto y paso lo mismo que en el anterior.</p>	El agua con el vidrio producen un reflejo o espejo.
ASERTOS	El agua hace ver el lápiz así.	<p>Los caso 1 y 3 sustentan sus esquemas desde el cambio de posición y distancia de los colores con respecto al agua. Los casos 2 y 4 exponen que el agua produce un reflejo y actúa como un espejo.</p>	<p>Los casos 1, 2 y 3 exponen que el aceite influyen en el cambio de posición del laser y el caso 4 expone que el cambio se da por el agua y el vidrio.</p>	<p>Los casos 1, 2 y 3 exponen que el aceite influyen en el cambio de posición del laser y el caso 4 expone que el cambio se da por el agua y el vidrio.</p>	<p>Para todos los casos es claro que la composición del material influye en el cambio de trayectoria del laser. No obstante es importante señalar que los casos 2 y 4 explican la reflexión y el reflejo como una propiedad que tiene el material y no la luz.</p>

Análisis: Después de haber realizado análisis por palabras y frases, se llega al siguiente aserto de asertos: *para todos los casos es claro que la composición del material influye en el cambio de trayectoria del láser. No obstante es importante señalar que los casos 2 y 4 explican la reflexión y el reflejo como una propiedad que tiene el material y no la luz. Por lo tanto, en este instrumento se puede evidenciar una nueva categoría, la reflexión como propiedad del material.*

6.2.2. MATRIZ DE LOS CASOS CON RESPECTO A TODOS LOS INSTRUMENTOS

Por medio de esta, se analizaron los asertos que arrojaron los casos por cada instrumento de tal modo que, horizontalmente, se obtuvo una conclusión general de los asertos que arrojó cada caso en todos los instrumentos y verticalmente, se obtuvo una conclusión general de los asertos que arrojaron todos los casos por instrumento. En definitiva esta matriz, permitió un análisis más profundo de los asertos.

INSTRUMENTO CASO	1	2	3	4	5	Aserto
1	La imagen es una proyección que está en relación con la naturaleza de los materiales y la acción de la luz.	El reflejo es una iluminación que se genera al estar ausente la luz directa.	la ilusión del lápiz y la trayectoria del láser son una imagen distorsionada	La reflexión es el estudio del reflejo, el cual es producido por la luz.	Según la posición se ven diferentes colores...La composición física del aceite, el agua y la posición de la linterna producen la ilusión del cambio de posición del láser.	
2	El problema de la imagen está en relación con la naturaleza	La luz refleja los colores.	La reflexión es un proceso que ocurre con la ayuda del agua y la luz	El reflejo, o sea la reflexión, se da por el choque de la	La reflexión es una propiedad que tienen el agua y el aceite	El reflejo es una propiedad de los materiales que se

	de los materiales y la acción de la luz			luz con una superficie		evidencia por el choque de la luz en ellos y cuando se da ese reflejo, se da la formación de la imagen.
3	Se resalta la importancia de un material para que se dé un reflejo.	La luz permite ver los colores	Las propiedades de la luz son diferentes según el medio y la trayectoria de la luz también cambia por el medio	El reflejo es el resultado de la luz con otro objeto... y la reflexión es la capacidad que tienen los objetos para hacer el reflejo.	La luz no interactúa igual en todos los medios.	La luz no interactúa igual en todos los medios.
4	El problema de la imagen está en relación con la naturaleza de los materiales y la acción de la luz.	La luz permite ver los colores	El vidrio, el agua y el aceite, provocan el reflejo	Solo en materiales que poseen brillo, se puede dar un reflejo.	El agua con el vidrio producen un reflejo o espejo.	El reflejo se da en materiales brillantes como el vidrio y el agua

Análisis: En este instrumento se encuentra que los casos 2,3 y 4, atribuyen la reflexión a una propiedad de los materiales, por lo tanto, se mantiene la categoría que emergió del instrumento V: *La reflexión como una propiedad de los materiales*. Igualmente, se observa que no se hace alusión alguna al concepto de refracción ya que todas sus explicaciones parten de la noción de reflexión.

Así pues, partiendo del análisis de esta matriz y teniendo como base los demás instrumentos, se puede develar que *los casos atribuyen propiedades como la reflexión, el color y la formación de imágenes a los materiales y no propiamente a la luz*. Una evidencia de ello es que en el instrumento I y III todos los casos resaltan la importancia de la composición del material para que se dé un reflejo, en el instrumento II argumentan que la luz permite ver el color de los objetos, y

finalmente en el instrumento V dos de los casos explican la reflexión y el reflejo como una propiedad que tiene el material y no la luz.

7. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Han sido muchas las investigaciones que han evidenciado las dificultades que se generan en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Campanario y Moya, 1999), de igual manera, muchas otras investigaciones, han planteado la necesidad de que el docente reflexione constantemente sobre su quehacer para que así pueda transformar sus prácticas. Sin duda, el primer requisito para enseñar bien, es conocer profundamente el aspecto disciplinar de la materia que se va a enseñar, (Solbes Y traver 1996), pero esto no sólo supone conocimientos de los contenidos, sino también metodológicos y sobre todo, para efectos de la enseñanza de las ciencias, el docente requiere hacer un autoanálisis de su posición frente a ella, ya que según la manera en que éste la asuma, así asumirá la enseñanza de la misma. Según lo anteriormente mencionado, se tiene entonces que cuando el docente considera la ciencia como algo absoluto y acabado, tiende a reproducir en el aula de clases, sin ningún tipo de reflexión, los contenidos científicos que ha estudiado, esto quiere decir, que lleva el contenido científico a la escuela sin ninguna adaptación ni cambio. En este orden de ideas, el docente asume el rol de trasmisor de conocimientos e inherente a esto, asume al estudiante como una tabula rasa que debe memorizar todos los conceptos sin oposiciones ni refutaciones. Así pues, al docente asumir la ciencia como algo acabado, también asume la enseñanza de ésta como algo acabado. Igualmente, cuando el docente se limita a dictar una serie de contenidos o a reproducir las metodologías que le plantea el libro de texto de ciencias, no está llevando a cabo una verdadera alfabetización científica, significativa para la realidad del estudiante, < sino que simplemente está cumpliendo con un protocolo a través del cual trata de dar una información, para que el alumno posteriormente responda un examen. Del mismo modo, el profesor está reduciendo su rol, dentro de los procesos de

enseñanza y aprendizaje, al de un simple reproductor de saber que no posee el criterio ni la autonomía para criticar y transformar ese contenido que pretende llevar al aula de clase.

Tal vez, se piense ingenuamente que el conocimiento científico ya está elaborado y no es necesario cuestionarlo ni reformularlo, pero esta idea se aleja en gran medida de lo que es la ciencia. La ciencia es una construcción dinámica permeada por múltiples aspectos que incluyen la apropiación de un saber disciplinar, la constitución de sociedades científicas, la experimentación, la formulación de interrogantes, la comprobación de hipótesis, la validación de postulados por parte de la comunidad científica, la refutación de contenidos, la transformación de teorías, el diálogo con otros saberes, entre otros. Por lo tanto, la enseñanza de las ciencias debe tratar de acercarse a esta dinámica pero obedeciendo a un contexto escolar que está integrado por sujetos que poseen etapas de desarrollo cognitivo diversos, que vienen con una carga teórica establecida a través de su proceso de interacción con la sociedad y que están moldeados por variables económicas y sociales que influyen directamente en su formación.

Se hace imprescindible entonces, transformar el conocimiento científico en conocimiento escolar, pero, ¿Cómo se puede lograr esto? En primer lugar, se hace imperativo reconocer que la ciencia por sí sola, no brinda herramientas para volverse enseñable, por ende, necesita establecer puentes de comunicación con un campo de conocimiento que analice e investigue los diversos aspectos que permean los procesos formativos y educativos, y dicho campo es la pedagogía.

En concreto, lo que permite la pedagogía es establecer una mirada pedagógica sobre la ciencia, "una mirada ilustrada, desde la cual se hace visible a los ojos del maestro el objeto de conocimiento como un objeto para la enseñanza"(Ramirez y Palacio). Es decir, el maestro no puede acercarse al conocimiento científico con el

único propósito de seleccionar dentro de una cantidad de contenidos, el que dictará en la próxima clase, sino que, a partir de una mirada crítica y reflexiva, estará en constante análisis de dicho contenido, se apropiará de él y estudiará la viabilidad y la manera de llevarlo al aula de clase de tal modo que responda a las condiciones propias de sus estudiantes. En pocas palabras, el maestro problematizará e interrogará el objeto de conocimiento científico, para comprender sus posibilidades de enseñabilidad, sus formas de construir conocimiento y los juegos de lenguaje que son utilizados para explicarlo. Se puede notar entonces, que el compromiso del docente con el acto educativo, trasciende la simple recitación de una explicación, pues lo que se espera es que además de apropiarse de su saber disciplinar, esté en la capacidad de seleccionar críticamente un objeto del conocimiento, hacer un estudio histórico y epistemológico del mismo para evidenciar su proceso de construcción social e identificar con qué otros conceptos se relaciona y así poder crear una red conceptual en torno al mismo. De igual forma, de ese objeto del conocimiento, es preciso seleccionar la temática más pertinente para enseñar y reelaborarla en un lenguaje pedagógico-didáctico permeado por procesos de recontextualización que obedezcan a las condiciones y necesidades del medio en el cual se está interviniendo.

Es meritorio resaltar que en el transcurso del presente trabajo, se establecieron ciertos aspectos que podrían facilitar la construcción de actividades didácticas alternativas para fortalecer los procesos de enseñanza de los fenómenos de la reflexión y la refracción y la conceptualización de los mismos en el ámbito educativo. Entre ellos, es importante reconsiderar que si se generan los espacios pertinentes para permitir que los estudiantes accedan a la comprensión de las variables principales que constituyen el fenómeno estudiado, ellos podrán comprender los procesos que ocurren a nivel científico para correlacionar dichas variables por medio de una expresión matemática, así, las fórmulas que aplican mecánicamente adquirirán un valor teórico que les facilitará realizar un análisis

profundo ya su vez, esto contribuirá a la adquisición de conocimientos más significativos.

En este sentido, indagar el quehacer metodológico de científicos sobresalientes en la historia de la ciencia como Newton, posibilita la reformulación del discurso del maestro enriqueciéndolo y dándole nuevas perspectivas y miradas de forma tal que se consideren otras estrategias didácticas y pedagógicas al momento de intervenir en el aula. Newton dentro de sus investigaciones aborda simultáneamente los fenómenos de la reflexión y la refracción, a través del análisis de los colores de la luz. Ello devela una construcción científica basada en la interdependencia entre fenómenos. Por lo tanto, trabajar de manera conjunta estos fenómenos, que en la mayoría de las veces corresponden a unidades diferentes en las mayas curriculares, podría facilitar su enseñanza y mejorar la comprensión.

Para finalizar, del trabajo de Newton se pueden retomar muchas actividades experimentales para ser reproducidas en las instituciones educativas y así permitir que los estudiantes entren en contacto directo y de una manera muy sencilla con estos fenómenos. Entre estas actividades experimentales se encuentra una muy especial con unas pompas de jabón, donde a través del fenómeno de la luz que se observa en estas pompas, Newton va explicando y construyendo los fenómenos de la reflexión y la refracción, este experimento se podría replicar fácilmente en el aula de clase mostrando al estudiante una nueva mirada sobre la óptica y potencializando su sentido investigativo y de asombro. Además, actividades prácticas con ejemplos tan conocidos, permiten constatar que el quehacer científico no está limitado a unos cuantos por poseer ciertos instrumentos de laboratorio sino que, a partir de la construcción de una carga teórica coherente, la construcción de un esquema procedimental y el razonamiento, se puede producir conocimiento.

Bajo la anterior perspectiva, a continuación se propone un ciclo didáctico cuyo fin es materializar algunas de las ideas desarrolladas anteriormente, articulando a su vez, los elementos significativos encontrados en el desarrollo de la investigación sobre los fenómenos de la reflexión y la refracción.

7.1.

CICLO DIDÁCTICO

El presente ciclo didáctico se plantea como una propuesta de intervención en el aula al respecto de los fenómenos de la reflexión y la refracción, tomando como base lo hallado en el análisis de los modelos explicativos de los cuatro casos, buscando así, plantear una propuesta que se constituya en una re-contextualización de la enseñanza de dichos fenómenos teniendo en cuenta la integración del componente histórico epistemológico desde Newton y buscando establecer una relación de constitución entre los componentes matemáticos y fenomenológicos en ambos conceptos.

Para ello se plantea la siguiente pregunta o eje problematizador: **¿Cómo plantear una propuesta de enseñanza basada en la relación interdisciplinar de los fenómenos de la reflexión y la refracción asociada a la luz, el color y su incidencia sobre diferentes materiales?**

A continuación se proponen cuatro tipos de actividades que se constituirán en intervenciones y actividades directas que se pueden realizar en el aula, planeadas para desarrollarse durante un periodo académico, que consta de 9 clases y cada una de ellas de 1 hora.

ACTIVIDAD #1

NOMBRE:

OBJETIVO:

Conocer las ideas previas que poseen los estudiantes de los fenómenos de la reflexión y la refracción, a través de la interacción con diferentes objetos e imágenes, donde ejemplifiquen de forma escrita sus apreciaciones y evidencian los acercamientos que hayan tenido de forma directa o indirecta con dichos fenómenos.

TIEMPO:

Esta actividad está planeada para ser desarrollada durante una clase, es decir, una sesión de una hora.

Materiales y recursos: Se proporcionará a cada estudiante o grupo, cinco fichas diferentes. La primera tendrá un espejo que proyecte una imagen normal, la segunda tendrá un espejo de aumento, un material que no refleja de manera clara las imágenes y un pedazo de papel, las tres fichas restantes, tendrán la imagen de un arco iris, una pompa de jabón y la sombra de un ventilador.

Ficha 1: Rostro en el espejo



Preguntas guías para ficha 1:

- ¿Por qué crees que te ves en el espejo?
- ¿En dónde está la imagen que se ve de ti en el espejo, adentro, afuera, arriba o abajo? ¿Por qué?
- ¿Qué crees que pasa si te observas al espejo estando en un cuarto oscuro?

Ficha 2: Imagen distorsionada en los espejos



Preguntas guías para ficha 2

- ¿Por qué crees que te ves así en esos materiales?
- ¿Qué crees que se necesita para que te veas de manera normal y clara en esos materiales?

Ficha 3: El arco iris



Pregunta guía para ficha 3:

- ¿Cuáles crees que son los factores que influyen para que el arco iris se forme en la fuente?

Ficha 4: Las pompas de jabón



Preguntas guía para ficha 4:

- ¿Por qué crees que se observan colores solo en ciertas partes de la burbuja?

Ficha 5: La sombra



Preguntas guía para ficha 5:

- ¿Por qué crees que se da el reflejo del ventilador en la pared?

ACTIVIDAD # 2

NOMBRE:

OBJETIVO:

Indagar qué nociones poseen los estudiantes sobre los fenómenos de la reflexión y la refracción a través de la interacción con imágenes y experiencias de laboratorio sencillas.

TIEMPO:

Para el desarrollo de esta actividad se requiere una clase, es decir, una sesión de 1 hora.

ORIENTACIÓN: En tus propias palabras, trata de dar respuesta al siguiente taller.

1. Mira con atención la siguiente imagen:



- ¿Qué crees que te permite verla?

2. Mira las siguientes imágenes:



- Con tus palabras, describe qué fenómeno estás observando y defínelo

- ¿Para ti, qué son los colores?

3. Ahora, en la mesa encontrarás un láser, una linterna, un prisma, un CD y gelatina. Con estos elementos trata de hacer lo siguiente:

3.1. Coge el láser y apúntalo al centro de la gelatina, de tal modo que su luz la atraviese. Describe y esquematiza lo que observas

3.2. Apunta con el láser hacia el extremo inferior o superior de la gelatina. Describe y esquematiza lo que observas

3.3. Al hacer lo anterior, se debió ver el punto rojo del láser en el tablero. ¿por qué crees que sucede eso?

3.4. Ahora, coge el prisma, acércalo a tu ojo y mira los objetos a través de él. Fíjate sobre todo, en los bordes de los objetos. Describe y esquematiza lo que observas.

3.5. Sujeta el CD, acerca la luz de la linterna a éste. Observa con atención. Esquematiza lo que ves. ¿por qué crees que ocurre esto?

ACTIVIDAD # 3

NOMBRE:

OBJETIVO:

Establecer en los estudiantes posturas críticas con respecto a los fenómenos de la reflexión y la refracción a través de un foro o conversatorio.

TIEMPO:

Para el desarrollo de esta actividad se requiere una clase, es decir, una sesión de 1 hora.

INSTRUCTIVO: A continuación se plantean 5 preguntas para que se desarrollen en el aula por medio de un foro o conversatorio de forma individual o por grupos de trabajo.

1. ¿Para ti, Qué es reflejo?
2. ¿Qué crees que una es imagen?
3. ¿Crees que hay alguna diferencia entre luz y reflejo?, ¿Cuál crees que es la diferencia?
4. ¿Qué crees que es reflexión?
5. ¿Cuál crees que es la diferencia entre reflejo, reflexión y luz?

ACTIVIDADES
DE INTRODUCCIÓN DE NUEVOS MODELOS EXPLICATIVOS,
PROCEDIMIENTOS Y ACTITUDES

NOMBRE:

OBJETIVO:

Profundizar en los fenómenos de la reflexión y la refracción, a partir de una actividad experimental sencilla, buscando motivar a los estudiantes al transponer los conocimientos adquiridos en clase a lo práctico.

TIEMPO: El desarrollo de esta actividad requiere de 2 clases, es decir, dos sesiones de 1 hora cada una.

INSTRUCTIVO: A continuación realizaremos una serie de experimentos donde se observarán diferentes propiedades de la luz y lo que ocurre al incidir en diferentes medios.

Experimento N°1

Toma un vaso de vidrio y llénalo con agua. Luego toma un lápiz y ponlo en forma vertical y muévelo de derecha a izquierda, o de izquierda a derecha dentro del vaso, de forma tal que observes el lápiz a través del vaso. Haz lo mismo ahora con el lápiz en diagonal.

Realiza un dibujo y una descripción escrita de lo que observas.



- ¿Porque crees que ocurre ese fenómeno al observar el lápiz a través del agua?

Ahora vierte aceite en el mismo vaso, notarás que éste queda en la superficie formando una capa distinta. Realiza el mismo procedimiento anterior moviendo el lápiz dentro del vaso.

Realiza un dibujo y una descripción escrita de lo que observas.



- Explica con tus palabras que ocurrió y a que se debe el fenómeno que observaste.

Experimento N°2

Para este experimento utilizaremos un vaso con agua y una hoja de papel con un recuadro pintado de 4 colores diferentes. Ubica la hoja con los colores detrás del vaso de forma que la observes a través de él, a una distancia aproximada de 20 cm.

Nota: Mira atentamente la ubicación de los colores al color la hoja, y la ubicación de ellos al observarla a través del agua.

Realiza un dibujo y una descripción escrita de lo que observas.



- A qué crees que se deba este fenómeno.
- Explica con tus palabras que ocurrió y a que se debe el fenómeno que observaste.

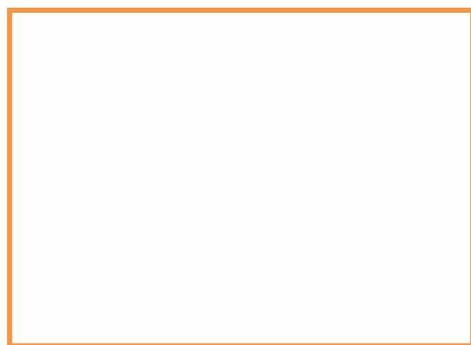
Experimento N°3

Para este experimento utilizaremos el vaso con agua y aceite del experimento 1 y un láser.

Proyectar la luz del láser tal y como lo muestra la siguiente imagen



Realiza un dibujo y una descripción escrita de lo que observas.



Explica con tus palabras lo que ocurre al proyectar el láser en el aceite.

¿Qué fenómeno se observa?

Ahora ubica una hoja como lo muestra la siguiente imagen y realiza el mismo procedimiento.



Realiza un dibujo y una descripción escrita de lo que observas.



- Notaste que en la hoja apareció claramente el punto del láser, ¿Porque?

ACTIVIDADES DE ESTRUCTURACIÓN:

NOMBRE:

OBJETIVO:

Identificar en los estudiantes los modelos explicativos referentes a los fenómenos de la reflexión y la refracción adquiridos a lo largo de las diferentes actividades, además de profundizar en la relación físico-matemática de dichos fenómenos.

TIEMPO:

El desarrollo de esta actividad requiere de 1 clase, es decir, una sesión de 1 hora.

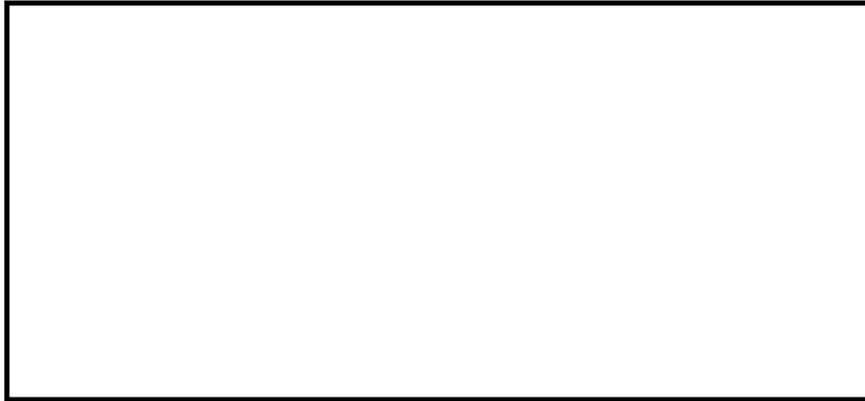
ACTIVIDAD # 1

Calcula el ángulo de la trayectoria del láser bajo las siguientes circunstancias:

- a) Posicionar el rayo del láser a un ángulo de 30° para que atraviese del aire al agua. Dibujar lo observado y medir el cambio del ángulo cuando el rayo está en el agua.



b) Posicionar el rayo del láser a un ángulo de 30° para que atraviese del aire al aceite. Dibujar lo observado y medir el cambio del ángulo cuando el rayo atraviesa el aceite.



c) Posicionar el rayo del láser a un ángulo de 30° para que atraviese del aire al vidrio. Dibujar lo observado y medir el cambio del ángulo cuando el rayo atraviesa el vidrio.



d) Posicionar el rayo del láser a un ángulo de 30° para que atraviese entre el vidrio al agua. Dibujar lo observado y medir el cambio del ángulo cuando el rayo está en el agua.



e) Posicionar el rayo del láser a un ángulo de 30° entre dos vidrios. Dibujar lo observado y medir el cambio del ángulo cuando el rayo atraviesa entre los dos vidrios.



f) Posicionar el rayo del láser a un ángulo de 30° para que atraviese del vidrio al prisma. Dibujar lo observado y medir el cambio del ángulo cuando el rayo está en el prisma.



1.1 A qué se debe el cambio de ángulo observado en los diferentes experimentos. Explica detalladamente y teniendo en cuenta los esquemas dibujados.

1.2 Trata de construir una relación matemática que exprese lo que encuentre en la actividad práctica.

1.3. Coloca el prisma paralelo a tu ojo y Gíralo a diferentes ángulos. Describe qué pasa con los colores que observas. Dibuja lo que observaste.



ACTIVIDAD # 2

¡!
/
7 /

NOMBRE:

¡!
/
7 /

OJETIVO:

¡!
/
7 /
/!
/!
7 /

Evidenciar de manera práctica los modelos explicativos de los estudiantes utilizando experimentos similares a los desarrollados por Newton que le permitieron estudiar los fenómenos de la reflexión y la refracción a partir de los colores.

¡!
/!
/!
/

TIEMPO:

El desarrollo de esta actividad requiere de 1 clase, es decir, una sesión de 1 hora.

¡!
/!
/!

Materiales:

- /
- Hoja de Papel negro
 - Vinilos rojo y azul
 - Lápiz, borrador, regla
 - Prisma
 - Fuente de luz
- /

/

Procedimiento:

1. Tome el papel negro y trace con la ayuda de la regla, una línea en el medio que lo divida en dos partes iguales.
 2. Pinte de rojo una mitad del papel y de azul la otra mitad.
 3. Ubique la hoja de papel, de tal manera que pueda verla a través del prisma.
 4. Coja el prisma y la hoja de papel a la misma altura y a través del prisma observe la hoja de papel. ¿cómo ve los colores de la hoja?
- /
- /.

5. Ubique el prisma a una altura mayor que la hoja de papel y obsérvela, ¿cómo ve los colores del papel?, ¿por qué influye la altura del prisma?

6. Ubique el prisma a una altura menor que la hoja de papel y obsérvela. ¿qué pasa con los colores?, ¿por qué influye la altura del prisma?

¿Qué puede deducir de las observaciones 4, 5 y 6?

ACTIVIDADES DE APLICACIÓN A NUEVAS SITUACIONES:

ACTIVIDAD # 1

NOMBRE:

OBJETIVO:

Observar el grado de profundidad que adquirieron los estudiantes de los fenómenos de la reflexión y la refracción.

TIEMPO:

El desarrollo de esta actividad requiere de 2 clases, es decir, dos sesiones de 1 hora cada una.

En base a las actividades desarrolladas en los numerales anteriores:

1. Recorre tu casa, colegio y salón de clase e identifica fenómenos donde se observen la reflexión y la refracción. Con base en ellos, plantea una práctica de laboratorio donde:
 - 1.1. Se identifique un objetivo.
 - 1.2. Sustentes las observaciones y las esquemáticas. (Como mínimo 1 de tu casa, 1 de tu colegio y 1 de tu salón de clase, para cada fenómeno).
 - 1.3. Plantee preguntas de profundización que requieran de un desarrollo físico-matemático.

8. CONCLUSIONES

- S Se observó que los libros de texto perpetúan la desarticulación y disociación del componente físico y matemático de los fenómenos de la reflexión y la refracción, lo que conlleva a que los estudiantes, desarrollen un aprendizaje mecánico limitándose a la resolución de algoritmos matemáticos, pierdan el interés y motivación en el aprendizaje de los fenómenos físicos y que entiendan la relación físico-matemática en términos instrumentales donde la matemática se convierte en una herramienta que la física utiliza para dar respuesta a sus fenómenos, en este caso la reflexión y la refracción.
- S Newton en su libro óptica plantea los sucesos habituales como fuentes de conocimiento que posibilitan en los estudiantes una vinculación directa de su entorno y contexto con los fenómenos de la reflexión y la refracción. Además, devela en su proceder cómo a través de la construcción de dichos fenómenos se logra establecer una relación de constitución entre el componente físico y matemático, ya que, las nociones y concepciones geométricas se unían directamente a la ocurrencia de la fenomenología dentro del marco de la estructuración de los conceptos. Igualmente, de Newton se logra inferir una noción más estructurada de los fenómenos de la reflexión y la refracción ya que él los define como el producto de la interacción de la luz con la superficie de dos medios de diferente densidad, la diferencia entre ambas es que para la reflexión no hay cambio de ángulo, mientras que para la refracción sí lo hay. Igualmente, este autor en su texto proporciona elementos prácticos muy interesantes que son valiosos para recontextualizar los en el aula de clase. Este es el caso de la descomposición de la luz blanca como instrumento para comprender los fenómenos de la reflexión y la refracción en conjunto.

S En los modelos explicativos de los casos en relación a los fenómenos de la reflexión y la refracción se observó que ellos atribuyen el fenómeno específico de la reflexión como una característica propia de los materiales y no un efecto de la luz cuando incide en dichos materiales, además que dentro de sus explicaciones no aparece el concepto refracción y todos los fenómenos asociados a ésta se los atribuyen a la reflexión. Con ello, se encuentra que los resultados de esta investigación ayudan a sustentar lo que plantean Anderson&Karrqvist, 1983; Collins, et al, 1998; Delval, 1997; Fetherstonhaugh&Treagust, 1992; Guesne, 1989; Osborne& Black, 1993; Pesa, Cudmani& Bravo, 1993; Pesa &Cudmani, 1993; Siqueira Harres, 1993; Selley, 1996; Verkerk&Bouwens, 1993. Además de los mencionados, se pueden añadir a la lista, Gil, 2003, Perales, 1987, Osuna, Martínez, Carrascosa y Verdú, 2007; Rojas, 2011, pues se encontró que los estudiantes poseen concepciones alternativas que los llevan a considerar los fenómenos de la óptica geométrica de forma simplista y espontánea.

S El hecho de que los cuatro casos atribuyan las propiedades no a luz sino a los materiales con los cuales choca la luz, devela que es necesario convertir las clases de física en espacios donde se consideren más los modelos explicativos de los estudiantes para, de alguna u otra forma poderlos articular a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los estudiantes en su manera cotidiana están acostumbrados a caracterizar de manera cualitativa los diversos fenómenos a los que están expuestos, de igual manera realizan explicaciones basadas en interdependencia pero, lo hacen de manera implícita. Sería importante que pudieran explicitar esta manera particular de proceder para comprender y significar su realidad ya que ello ayudaría a entender que todo el componente temático de un curso está ligado porque se necesita de algunos conceptos para entender otros. Los casos hablan de la luz, el color y el reflejo, pero en sí, no tienen una idea clara de estos

fenómenos. La idea es permitirles a los estudiantes enfrentarse a una noción clara de estos conceptos por medio de actividades prácticas donde ellos mismos construyan su significado y lo puedan poner a consideración de sus pares, de tal modo que cuando tenga que explicar otros fenómenos, utilicen dichos conceptos de una forma consciente para realizar explicaciones.

S La explicación matemática de los fenómenos toma valor cuando se le posibilita al estudiante pensar y construir dicha matematización. El estudio de fenómenos como la reflexión y la refracción se vuelven más significativos cuando se abandona la forma tradicional de abordarlos y se acoge una metodología práctica donde, a través de experiencias, los estudiantes son quienes construyen la explicación matemática. En este trabajo se encontró que a través de actividades prácticas los estudiantes se ven casi que obligados a recurrir a las medición de ángulos y distancias para significar los fenómenos de la reflexión y la refracción, por lo tanto, existe la posibilidad de construir espacios para que los estudiantes sean quienes formulen la matematización a partir de la indagación sobre un fenómeno de tal modo, que se supere la acción infructífera en la cual el docente es quien da la fórmula y el alumno quien la aplica para desarrollar ejercicios desarticulados.

S Cuando el docente piensa cómo introducir y explicar los conceptos de un tema, no puede hacer una reflexión superficial sobre esto; la introducción de conceptos implica analizar primero, los del estudiante y posteriormente reflexionar sobre cómo confrontar estos, con aquellos científicamente establecidos. Pesa y Colombo (1993) señalan que muchas de las pre-concepciones o imaginarios de los estudiantes corresponden a aquellos temas que han sido fuente de largos debates a través de la historia de la óptica geométrica, y en esta investigación se pudo comprobar esto ya que se encontró que los modelos explicativos de los casos se correspondían en gran

mayoría con la interpretación mecánica de la reflexión por impacto, una teoría clásica que refleja una concepción óptica antigua y ya refutada por las explicaciones de Newton. En este sentido, recurrir a la historia y a la epistemología de la física puede brindar información disciplinar muy potente que se puede convertir en insumo para desarrollar estrategias pedagógico-didácticas re contextualizadas.

9. RECOMENDACIONES

- Si bien la propuesta del ciclo didáctico se construyó a partir de una reformulación de los instrumentos aplicados para profundizar en los modelos explicativos de los cuatro casos, es pertinente aplicarla en otros contextos para evaluar su pertinencia y seguirla fortaleciendo.
- Los fenómenos ópticos están presentes en la cotidianidad, sin embargo, desde la educación, existe muy pocas propuestas para trabajar estas temáticas escolarmente. En este sentido, la estructuración de estrategias didácticas y pedagógicas alrededor de la óptica, se convierte en una línea de investigación interesante para los docentes ya que permitiría basar el contenido curricular en tópicos que son cercanos a la realidad habitual del estudiante.
- Se hace pertinente que en próximas investigaciones, se trate de articular el estudio de los fenómenos ópticos de la reflexión y la refracción a temáticas más actuales como el fotón y ello también se puede lograr desde la perspectiva newtoniana, ya que este autor en la parte final de su libro, ilustra un poco sobre las particularidades que lo llevaron a considerar la teoría corpuscular de la luz y como se sabe, este fue el primer paso, para considerar de manera posterior, la existencia del fotón como partícula.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, Yirsén (2002), A propósito de las cosmovisiones: realista y fenomenológica.
- Ayala, M., Garzón, M. y Malagón, F. "Consideraciones sobre la formalización y matematización de los fenómenos físicos". *Praxis filosófica*, N 25, pp. 39-54. 2007
- Bautista, M., Romero, B., Carrillo, E., Castiblanco, S. y Valenzuela, J. (2005). Física II. Bogotá: *Santillana*
- Cassirer, E., (1979) El Problema del Conocimiento. *Fondo de cultura Económica*, México, Vol 4.
- Cutrera, G. (2003). La justificación del conocimiento científico en los textos escolares. *Revista Iberoamericana de Educación* (en línea). Disponible en: <http://www.rieoei.org/experiencias46.htm> [consulta 2012, 17 de noviembre].
- Furió, C. Y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En *del Carmen, L. (Ed), La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.
- Gil, Daniel., Carrascosa, J., Furió, C., Martínez, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria., segunda edición, Horsori, España.
- Gil, J. (2003). Preconcepciones y errores en óptica. Propuesta y validación de un modelo de enseñanza basado en la teoría de elaboración de Reigeluth y Stein: <http://www.pcid.es/public.htm>
- Granés, J. y Caicedo, L. (1997). Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de la enseñanza. Análisis de una experiencia pedagógica. *Revista colombiana de educación*, 34, 69-83.
- LUNAZZI, D., MAGALHÃES, M. C., IGREJAS, A. & SERRA, R. (2010). La óptica de imágenes en la extensión universitaria de Unicamp. *Revista. Ciudad de la Habana, Cuba.* (ISSN 1870-9095).

- Manrique, A. E. (2008). *los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos*. Bogotá: Kimpres.
- Massoni, Neusa. y Moreira Marco. (2010). Un enfoque epistemológico de la enseñanza de la física: Una contribución para el aprendizaje significativo de la física, con muchas cuestiones sin respuesta. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 02*, 83-308.
- Matthews, M. (1994). Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual. *Enseñanza de las Ciencias, 255-277*.
- Ministerio de educación nacional. (1998). Lineamientos curriculares, ciencias naturales y educación ambiental, cooperativa editorial magisterio.
- Newton, Isaac. *Principios matemáticos de la filosofía natural* (Escohotado, A. y Sáenz, M.,). Madrid, España: Editora Nacional. 1982 (Trabajo original publicado en 1687).
- Newton, Isaac. *Óptica* (Solís, Carlos). Madrid, España: Ediciones Alfaguara. 1977. (Trabajo original publicado en 1730).
- Osuna García, Luis., martinez Torregrosa, J., Carrascosa A., y Verdú, R. (2007). Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias, 25*, 277-294.
- Perales, F.J. (1987). Análisis de contenido en óptica geométrica. *Enseñanza de las ciencias, 5* (3), 211-219
- Pesa de Danon, M. y Colombo de Cudmani, L. (1993). Paralelismo entre los modelos pre-científicos e históricos en la óptica - implicaciones para la educación. *Cad. Cat. Ens.Fis.*, vol. 10, n.2: p. 128-136.
- Rojas, Guillermo. (2011). La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo. Maestría en la enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, <http://www.bdigital.unal.edu.co/5326/1/guillermoalfonsorojassanchez.2011.parte1.pdf>

- Solaz, Joan. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de ciencias: una revisión. *Educación XX1*. 1:65-80.
- Stake, Robert . (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata. Segunda edición
- Valero, M. (1998). Física fundamental 2. Bogotá: Norma, segunda reimpresión 1998.
- Villegas, M. y Ramírez, R. (2002). Galaxia física 1. Bogotá: *Voluntad*.

11.ANEXOS

Anexo I: Protocolo ético

Medellín, 5 de febrero de 2013

SEÑORES

Padres de Familia

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

Cordial saludo Señores Padres de Familia

Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Diana María Gómez, Eliana Marcela Rúa y Alex Santiago Salazar están invitando a su hijo(a): ANDRES FELIPE RUIZ CHAVARRIAGA a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

Diana M. Gómez

Diana María Gómez

CC: 43201411

Eliana Rúa

Eliana Marcela Rúa

CC: 1035857521

Alex Santiago Salazar

Alex Santiago Salazar

CC: 1152188193

ANDRES FELIPE RUIZ CHAVARRIAGA

Estudiante

TI: 9607617683

[Firma]

Padre de Familia

CC: 9851546717607

Medellín, 5 de febrero de 2013

SEÑORES

Padres de Familia

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

Cordial saludo Señores Padres de Familia

Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Diana María Gómez, Eliana Marcela Rúa y Alex Santiago Salazar están invitando a su hijo(a): Alejandro Noreña O. a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

Diana M. Gómez

Diana María Gómez
CC: 43201411

Eliana Rúa

Eliana Marcela Rúa
CC: 1035857521

Alex

Alex Santiago Salazar
CC: 1152188193

Alejandro Noreña Orrego

Estudiante
TI: 95122919529

Jorge Noreña L.

Padre de Familia
CC: 70810797

Medellín, 5 de febrero de 2013

SEÑORES

Padres de Familia

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

Cordial saludo Señores Padres de Familia

Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Diana María Gómez, Eliana Marcela Rúa y Alex Santiago Salazar están invitando a su hijo(a): Mariana Quiróz a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

Diana M. Gómez
Diana María Gómez
CC: 43201411

Eliana Rúa
Eliana Marcela Rúa
CC: 1035857521

AS
Alex Santiago Salazar
CC: 1152188193

Mariana Quiróz
Estudiante

TI:

[Firma]
Padre de Familia
CC: 64343860

Medellín, 5 de febrero de 2013

SEÑORES

Padres de Familia

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

Cordial saludo Señores Padres de Familia

Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Diana María Gómez, Eliana Marcela Rúa y Alex Santiago Salazar están invitando a su hijo(a): Alvaro Ortiz a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

Diana Ma Gómez
Diana María Gómez
CC: 43201411

Eliana Rúa
Eliana Marcela Rúa
CC: 1035857521

Alex
Alex Santiago Salazar
CC: 1152188193

Alvaro Ortiz Tovar
Estudiante

TI:

[Firma]
Padre de Familia
CC: 371920-973B/c

Anexo II: Transcripción de entrevista sobre ejemplos.

ENTREVISTA CON EL CASO 2

ELIANA: Mmmmmse trata que respondas, lo que creas, lo que piensas, no es si esta bueno o esta malo. Listo. Entonces. Empecemos, mira esto. Describe lo que ves.

CASO 2: Un cuadrado con un espejo en forma de circulo el número 1, ya.

ELIANA: Porque crees que te ves en el espejo.

CASO 2: Porque laa función deel vidrio con lo que se confor, con lo que se junta al formar un espejo forma que se vea un reflejo de lo que se proyecta en él.

ELIANA: En donde está la imagen que se ve de ti en el espejo, adentro, afuera, arriba, abajo. Donde crees que esta la imagen.

CASO 2: Adentro.

ELIANA: Adentro del espejo, Porque.

CASO 2: Porqueee el magnetismo, pues yo creo que no, pues como la forma en la que se forma entre lo que se proyecta del espejo va directamente hacia el punto interno de lo que conforma el espejo y no hacia sus alrededores.

ELIANA: Que crees que pasa si te observas eee en el espejo estando en un cuarto oscuro.

CASO2: No me voy a ver.

ELIANA: Porque.

Caso2: Porque no se va a ver reflejada una luz que se proyectaaa en el espejo.

ELIANA: Bueno, muy bien. Ahora este. Describe la imagen.

CASO2: Un rectángulo con tres formas un circulo y otros dos rectángulos un papel mmm una placa como de aluminio y otro espejo. Y el número 2.

ELIANA: Porque crees que te ves eehhasí en esos espejos o en esas materiales que ves ahí. O q no te ves, porque crees.

CASO2: Porque cada com, pues cadaaaaacadaaaa cada elemento de estos tiene diferenteeeeee materiales y diferenteeeescomoo pues para iii la esencia de cada uno es muy diferente a la del otro, por ejemplo el espejo tiene una visión ampliada el del aluminio se ve muy borroso y en el papel obviamente no se va a ver

ELIANA: Que crees que se necesita para que se vea de manera normal y clara el rostro en esos materiales.

CASO2: Mmmm tener el mismo compuesto estar como organizado pues que todos tres tengan compartan como la igualdad de materiales la mismaaaa si como la misma forma.

ELIANA: Describe la imagen.

CASO2: Un paisaje, eeeeeee esta una fuente y se ve otro rectángulo dentro del paisaje que demarca como si fuera unnn arcoíris. Y ya

ELIANA: Cuales crees que son los factores que influyen para que el arcoíris se forme en esa fuente.

CASO2: El agua. El agua y la luz que se está reflejando del sol hace que se proyectee no el arcoíris, sino como una ilusión acerca del arcoíris

ELIANA: Mmm puedes ampliar eso de ilusión.

CASO2: Pues la ilusión pues es queee no es un arcoíris como el que normal se ve, normalmente se ve en el cielo sino una cosa que se fue formando pues que fue consecuencia deee de la unión entre el sol y el agua

ELIANA: Describe la imagen.

CASO2: Se vee, se ve como si fuera una burbuja, como si fuera una burbuja y tiene un punto que resaltaa y daa visos hacia todos los extremos dee la burbuja.

ELIANA: Porque crees que se forma.

CASO2: Esta de acatambién.

ELIANA: No, es solamente esta.

ELIANA: Porque crees que se forman esos visos en la burbuja.

CASO2: Porque la luz estaaaa dando de una forma indirecta o directa hacia la burbuja yyyy forma unos rayos de luz hacia los extremos.

ELIANA: Eee todo estaa igualmente iluminado en la burbuja o como lo ves.

CASO2: No, hay unos lados queeestánmas iluminados que otros.

ELIANA: Porque crees que se da esto.

CASO2: Porque la luz estaa dando solamente hacia un punto dee de la burbuja y no estaa encima de todo

ELIANA: Muy bien. Esta imagen. Descríbela

CASO2: El reflejo de un ventilador en una pared.

ELIANA: Porque crees que se da ese reflejo en la pared.

CASO2: Porque la luz estaaa demarcando la silueta del del elemento y busca algo en el cual pueda contrastar con la luz oscura en algo claro.

ELIANA: Bueno, Andrés Felipe

CASO2: Si

ELIANA: Muchas gracias.

CASO2: No, gracias a ustedes.

ELIANA: Ya te puedes ir para el salón muchas gracias.

ENTREVISTA CON EL CASO 3

ELIANA: cuántos años tienes.

CASO3: 15

ELIANA: Te gusta la física.

CASO3: Si mmm no si jeje.

ELIANA: Bueno, para que sepas en estos momentos estamos grabando, porque, porque necesitamos eeee que la información que vayamos a tomar y que vayamos a decir de ti pues sea correcta cierto que no la vayamos a distorsionar entonces yo te voy a pasar unos elementos y tu simplemente vas a responder lo que yo te voy a preguntar con lo que creas, listo? Describe la imagen o describe lo que ves.

CASO3: Un espejo quee, un espejo redondo quee que sirve para muchas cosas como reflejar reflejar algo.

ELIANA: Puedes ampliar eso de reflejar.

CASO3: Pues siiii refleja puede reflejar muchas, como le digo yo mmm no es que no sé cómo responderle

ELIANA: Porque crees que te ves en el espejo

CASO3: Eeee en realidad nunca lo he nunca lo he buscado, pero creo que es por por el material que está hecho y por la parte por laaa, pues por la cosa que le ponen atrás por ehhh no sé cómo se llamará est esta cosa que le ponen atrás.

ELIANA: Muy bien. Eee en donde está la imagen q ves de ti en el espejo, adentro afuera arriba abajo.

CASO3: Afuera

ELIANA: Afuera. En que parte me la podrías señalar

CASO3: En mi

ELIANA: La imagen esta en ti. Y si tú haces esto donde estará la imagen. En ti todavía.

CASO3: Si

ELIANA: Muy bien. Que crees que pasa si te observas al espejo estando en un cuarto oscuro

CASO3: Sigue reflejándose por el pues sigue sigue uno viéndose en el espejo por eee por mm como le digo yo por la iluminación que tiene el vidrio

ELIANA: Listo. Emmmmmmmm. Vamos entonces para la otra. Describe lo que ves.

CASO3: Un espejo, un met pues una parte de de, es como un, bueno un espejo una cartulina y esto es comooo mmm un metal brillante no sé qué será

ELIANA: Porque crees que te ves así en esos materiales que acabaste de señalar, o sea cuando tú haces esto, porque crees que se ve así.

CASO3: Pues por lo que le dije ahora por el material que está hecho y por pues porrr como le explico yo

ELIANA: Y porque por ejemplo acá no te ves, en este

CASO3: Porque no tieneee

ELIANA: El material?

CASO3: Pues no tie no está hecho a base de lo mismo que está haciendo acá que esta pues no tiene como para uno reflejarse no tieneee no tiene el material no sé cómoomas

ELIANA: Y qué crees que se necesita para que tú te veas de manera normal en cada uno de esos materiales

CASO3: Que crees que necesita?

ELIANA: Si, para que te veas normal, o sea para que te puedas ver acá, que te puedas ver acá y acá.

CASO3: Que me conozca yo mismo

ELIANA: Como! Describe la imagen

CASO3: En la imagen se ve arb pues trata de verse árboles, esto es como una, como unnn, como se llama eso, eso es como, por decir lo que hacen en las en pues, como oaggghh mmm como le digo yo es unnnn se me fue el nombre como se llama eso lo que hacen unnnn

SANTIAGO: Un que, yo le ayudo.

CASO3: Pues lo que el nombre como se llama esto tiene el nombre es este uuuu

ELIANA: Una estatua

CASO3: Una estatua eso, una estatua ahí se trata pues como de si no me equivoco y no estoy viendo mal es como hidráulica, pues hidráulica no, emmm bota agua.

SANTIAGO: Una fuente?

CASO3: Una fuente y ya. Pues tiene un color ahí no sé si será de la imagen o será otra cosa.

SANTIAGO: No, descríbala que más observa

CASO3: Qué más observo?

ELIANA: Ese color que tú ves ahí porque crees que se forma

CASO3: Mmmmmmm por el bri pues, por el brillo que da pues, por el reflejo que da el agua con el metal que está hecho la estatua

ELIANA: Listo. Ahora está describela por favor.

CASO3: Eso es una pues si no me equivoco eso es una bola deeeee de estas deee de jabon

ELIANA: Que mas ves

SANTIAGO: Que mas ve en la imagen

CASO3: Pues colores ya que supongo yo que algo una luz brillante le está reflejando le está reflejando la bola.

ELIANA: Todos los colores están por igual de igual forma por toda la bola o es queee

CASO3: No son diferentes

ELIANA: Porque crees que se dan esas diferencias

CASO3: Por la ubicación de la luz

ELIANA: Muy bien. Ahora mira esta, describe por favor la imagen

CASO3: Eso es un abanico bueno yo le digo abanico un ventilador eeee lo que pues estaa el ventilador esta reflejando en una pared ya que detrás del ventilador debe de haber alguna luz que haga que refleje en la pared que noo pues para que se vea asi

ENTREVISTA CON EL CASO 4

ELIANA: cuantos años tienes

CASO4: Mm 17

ELIANA: 17, alejandro pues te vamos a grabar paraaaa mmm corroborar la informacion listo para no distorsionarla luego de que vayamos a evaluar entonces yo te voy a pasar una serie de elementos y tu simplemente me vas a responder eee lo que crees

CASO4: Aja

ELIANA: Bueno alejandroeeee, coje esto. Haz una descripcion de la imagen o de lo que ves

CASO4: Circunferencia

ELIANA: Como?

CASO4: Una circunferencia

ELIANA: Que mas ves

CASO4: Mmm materia

ELIANA: Materia? Porque crees que te ves en el espejo

CASO4: Compuesto pues no se

SANTIAGO: Diga lo q crea

ELIANA: Si

CASO4: Porque creo que me veo en el espejo?Eee porque es un material que refleja pues refleja no?

ELIANA: Muy bien. En donde estaaaa, osea eso que estas viendo en el espejo, tu te estas viendo en el espejo en donde crees que esta esa imagen arriba, abajo, adentro, afuera

CASO4: Estaa afuera pues afuera

ELIANA: La imagen esta afuera bueno porque

CASO4: Como?

ELIANA: Porque

CASO4: Mm pues o sea la imagen esta afuera pero la refleja el cristal

ELIANA: Que crees que pasa si te observas a ese espejo estando en un cuarto oscuro

CASO4: No se va a ver porque no hay luz

ELIANA: Algo mas que quieras agregar

CASO4: Eeeee

ELIANA: Ahora coge este. Describe lo que ves. Hay es que necesitan el salontambien.

SANTIAGO: No, yirsen tiene dos horas aca

ELIANA: Si?Ahh

CASO4: En el primero pues me veo, en el segundo un poco borroso y en el tercero no

ELIANA: No te ves?

CASO4: No

ELIANA: Porque crees que pasa eso

CASO4: Emm diferente diferentes materiales

ELIANA: Que crees que se necesita para que tu te veas de manera normal en cada una de esas cosas en cada uno de esos materiales que tienes ahí

CASO4: Que esten compuesto de lo mismo pues quee, que se necesita para q me vea en cada una de estas cosas, que éste no tenga el plastiquito

ELIANA: Aja

CASO4: Que tenga otro vidrio

ELIANA: Jajaja muy bien, asi, asi es. Ahora esta. Describe lo que ves

CASO4: Unaa burbuja

ELIANA: Que mas ves

DIANA: Todo, todo lo que vea

CASO4: Unas luces pues luces tambien pues partes oscuras

ELIANA: Partes oscuras? Porque crees q se da ese contraste porque en unas partes hay luces y en otra hay partes oscuras.

CASO4: Pues como el vacio

ELIANA: El vacio?

CASO4: La luz laa

ELIANA: Ahora mira esta, describe lo que ves ahi

CASO4: La luz reflejando unnn elemento un material

ELIANA: Porque crees q se da ese reflejo

CASO4: Por la luz

ELIANA: Porque hay luz?

CASO4: Si

ELIANA: Donde estaría la luz a este lado o a este lado

CASO4: A este lado

ELIANA: Atrás o adelante del

CASO4: Atrás del ventilador

ELIANA: Listoo, como te llamas

SANTIAGO: Falto uno eli

ELIANA: Falto uno?? Cual? Ah si. Alejandro perdon para que terminemos. Describe esta imagen.

La imagen 3

CASO4: Un arcoiris, bueno hay un arcoiris y el agua refleja la luz

ELIANA: Porque crees o cuales son los factores cuales crees que son los factores para que se forme ese arcoiris

CASO4: Primero que halla luz y segundo que halla pues unaaa que halla agua pues si humeda no se.

ELIANA: Listo alejandro muchas gracias. Muchas gracias por colaborarnos eso era todo, puedes volver al salon.

Anexo III: Desarrollo de la actividad experimental I por los cuatro casos.

Instrumento Número II

28/02/2013

Nombre completo

Caso 4

Orientación: En tus propias palabras, trata de dar respuesta al siguiente taller.

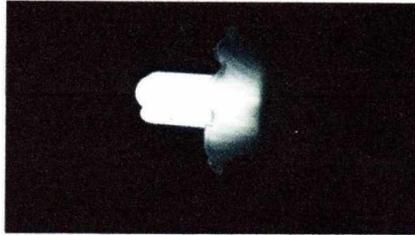
1. Mira con atención la siguiente imagen:



¿Qué crees que te permite verla?

La foto que se muestra al objeto y luego de esto
la imprimí a color y esto me permite tener visible
el objeto.

2. Mira las siguientes imágenes:



Con tus palabras, describe qué fenómeno estás observando y defínelo

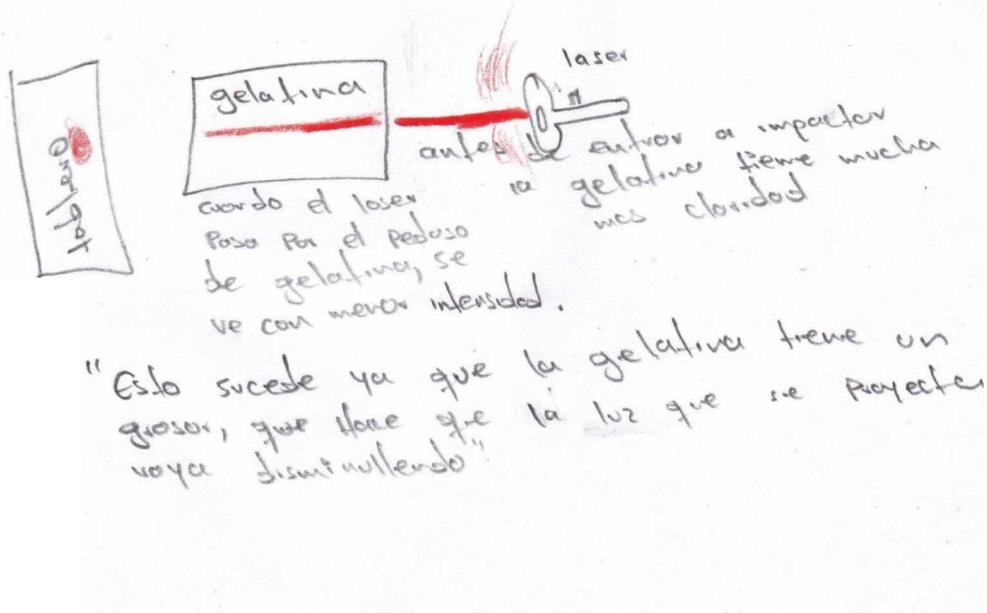
El fenómeno que se observa o ocurre es el de la luz, la primera imagen se encuentra una lámpara, en la segunda, se encuentra reflejada la luz, que puede provenir de una lámpara o de los rayos de sol, y en la tercera se puede ver el abridor.

¿Para ti, qué son los colores?

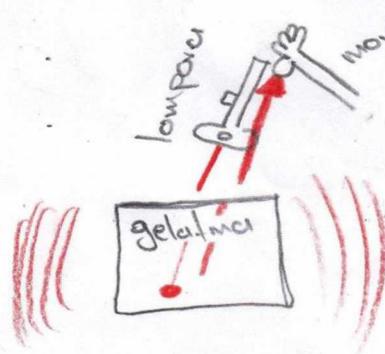
Son la combinación de varios elementos, cuya combinación hace que hallen diferentes tipos de colores.

3. Ahora, en la mesa encontrarás un láser, una linterna, un prisma, un CD y gelatina. Con estos elementos trata de hacer lo siguiente:

3.1. Coge el láser y apúntalo al centro de la gelatina, de tal modo que su luz la atraviese. Describe y esquematiza lo que observas



3.2. Apunta con el láser hacia el extremo inferior o superior de la gelatina. Describe y esquematiza lo que observas

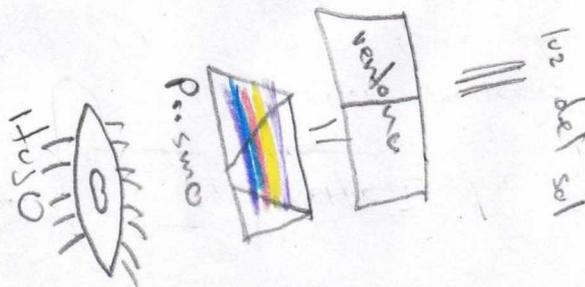


"Cuando el láser impacta la gelatina, esta hace un tipo de reflejo, y por esto el láser se puede notar que me apunta la mano, aunque no lo tengo hacia la dirección de la mano!"

3.3. Al hacer lo anterior, se debió ver el punto rojo del láser en el tablero. ¿por qué crees que sucede eso?

Por que la gelatina no es lo suficientemente oscura para que obstuya el reflejo que hace el láser cuando apunta la gelatina.

3.4. Ahora, coge el prisma, acércalo a tu ojo y mira los objetos a través de él. Fíjate sobre todo, en los bordes de los objetos. Describe y esquematiza lo que observas.



"Estos colores se presentan ya que el Prisma esta hecho de cristal y cuando el cristal se expone"

r—

Instrumento Número II

28/02/2013

Nombre completo

Caso 2

Orientación: En tus propias palabras, trata de dar respuesta al siguiente taller.

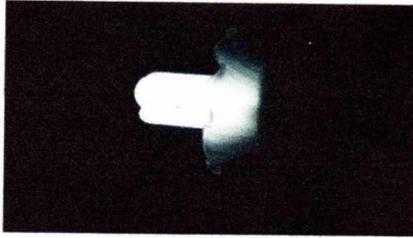
1. Mira con atención la siguiente imagen:



¿Qué crees que te permite verla?

los ojos, la vista, la luz que me rodea, la
imágenes a color, la nitidez de la foto.

2. Mira las siguientes imágenes:



Con tus palabras, describe qué fenómeno estás observando y defínelo

El fenómeno que se está presenciando es
que la luz no se puede esparcir por
todo el lugar donde se encuentra por
ejemplo la lámpara con el bombillo se
puede ver que solo se dispersa la luz
hasta un punto determinado y no se amplía
mas porque la función del vidrio de la
lámpara es opacar la luz y no permitir
de que la luz sea indirecta sino que apunta
al lugar deseado. En el caso de la linterna
se puede ver como la luz impacta con el
piso y con la potencia de esa luz genera un
reflejo o un espacio mas allá que abarca un lugar
para el caso de las nubes se ve que a pesar de la luz
que genera el sol hay esa barrera que genera
las nubes mas sin embargo la luz abarcada por
el sol se puede ver la iluminación mas no la
luz propia

¿Para ti, qué son los colores?

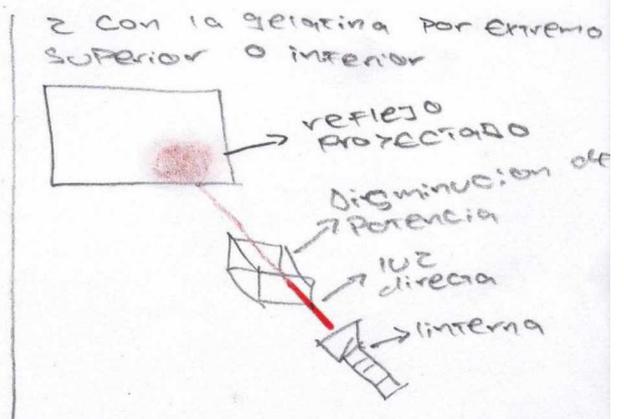
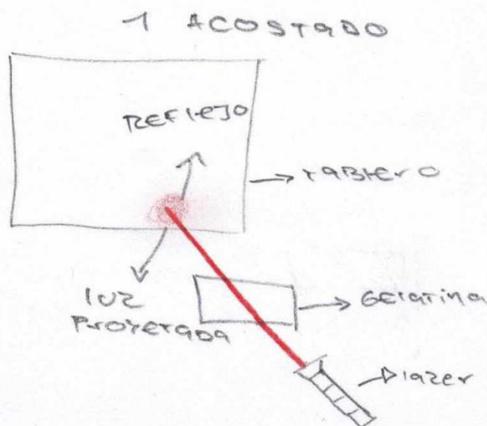
Es lo que le puede dar más vida a los dibujos, a la naturaleza, los tipos de colores y matices son los que hacen ver o más claro o más oscuro o le dan la sombra o la luz, pueden que delimiten hasta donde puede verse la parte más gruesa o delgada, es en complemento de la luz que ayuda a que se espere la sombra

3. Ahora, en la mesa encontrarás un láser, una linterna, un prisma, un CD y gelatina. Con estos elementos trata de hacer lo siguiente:

3.1. Coge el láser y apúntalo al centro de la gelatina, de tal modo que su luz la atraviese. Describe y esquematiza lo que observas

Solución

Al poner el laser en el centro de la gelatina se puede observar que la consistencia blanda y transparente hace que la luz proyectada por el laser la atraviese y siga la trayectoria de la luz hasta llegar a otro punto, además la luz es demasiado fuerte y es más fácil que se vea aun pasando por la gelatina su forma original y no el reflejo o la iluminación que genera.



3.2. Apunta con el láser hacia el extremo inferior o superior de la gelatina. Describe y esquematiza lo que observas

Pasa un suceso parecido ya que la luz sigue atravesando la gelatina pero la luz que la atraviesa pierde fuerza y la luz que se refleja en el otro punto ya no se ve como la luz directa sino más bien la iluminación o el reflejo del láser.

3.3. Al hacer lo anterior, se debió ver el punto rojo del láser en el tablero. ¿por qué crees que sucede eso?

Porque el color transparente de la gelatina permite que la luz proyectada por el láser siga su camino y termine su luz en el tablero y que su reflejo abarque mucho más espacio.

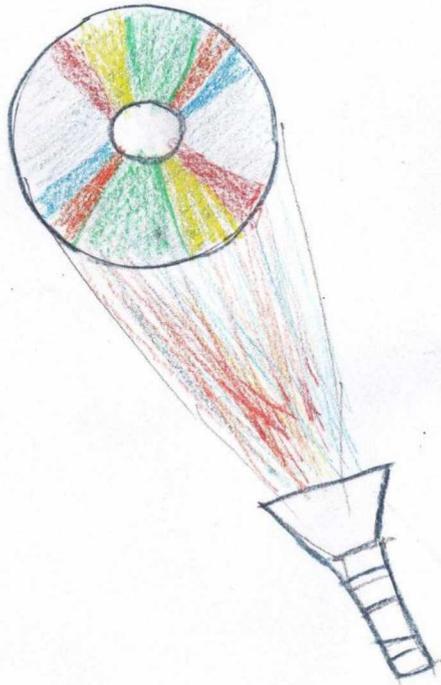
3.4. Ahora, coge el prisma, acércalo a tu ojo y mira los objetos a través de él. Fíjate sobre todo, en los bordes de los objetos. Describe y esquematiza lo que observas.

Se pueden ver 2 acontecimientos estos son:

- * Cuando se acerca el prisma al ojo y se pone hacia la luz no se ve hacia la dirección vista sino que se ve hacia el lugar opuesto a donde se tiene la vista puesta
- * Al girarlo se puede ver no la luz sino el reflejo puesto sobre los objetos y se puede ver una especie de arcoiris formado por la luz de la lámpara y el reflejo que genera el sol hacia el lugar que da luz directa se dan los objetos rodeados por varios colores es decir luz directa = colores naranja y amarillo
reflejo o luz indirecta = colores verdes y azules y morado.

3.5. Sujeta el CD, acerca la luz de la linterna a éste. Observa con atención. Esquematiza lo que ves. ¿por qué crees que ocurre esto?

Por la composición física del CD y porque la luz da directa sobre este objeto sin embargo genera una serie de reflejos o un arcoiris con los mismos colores vistos con el prisma esos colores son naranja, amarillo, verde, azul, morado, además se puede ver como si la luz proyectada también generara los mismos colores.



Instrumento Número II

28/02/2013

Nombre completo

Caso 1

Orientación: En tus propias palabras, trata de dar respuesta al siguiente taller.

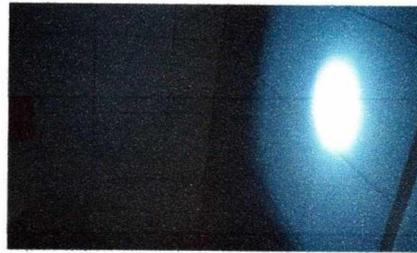
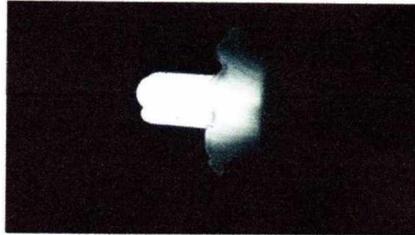
1. Mira con atención la siguiente imagen:



¿Qué crees que te permite verla?

Un lente que hay en mis ojos

2. Mira las siguientes imágenes:



Con tus palabras, describe qué fenómeno estás observando y defínelo

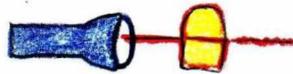
Esta presentación de la luz es diferentes formas.
En la primera imagen puedo captar una luz directa.
En la segunda solo puedo observar el producto de
una reflexión.
En la tercera, la luz es más clara y esta oculta.

¿Para ti, qué son los colores?

Los colores son engaños visuales. Producidos por el prisma.

3. Ahora, en la mesa encontrarás un láser, una linterna, un prisma, un CD y gelatina. Con estos elementos trata de hacer lo siguiente:

3.1. Coge el láser y apúntalo al centro de la gelatina, de tal modo que su luz la atraviese. Describe y esquematiza lo que observas.



El laser logrará filtrar la gelatina, y su luz pasa a través de esta quedando un poco distorsionada. Sin embargo, igualmente se crea una reflexión de esta luz en todo el cuerpo

3.2. Apunta con el láser hacia el extremo inferior o superior de la gelatina. Describe y esquematiza lo que observas



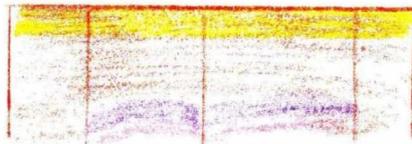
La luz se desprende de la gelatina y crea una reflexión algo turbia sobre la mesa. y se observa un punto rojo en el tablero



3.3. Al hacer lo anterior, se debió ver el punto rojo del láser en el tablero. ¿por qué crees que sucede eso?

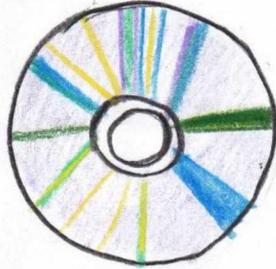
Al salir reflejada la luz se crea el punto. porque la gelatina tiene una propiedad cristalina.

3.4. Ahora, coge el prisma, acércalo a tu ojo y mira los objetos a través de él. Fíjate sobre todo, en los bordes de los objetos. Describe y esquematiza lo que observas.



Los objetos aparecen con luces de colores azul, rosado, naranjado y rojo. Las formas son más abstractas y coloridas.

3.5. Sujeta el CD, acerca la luz de la linterna a éste. Observa con atención. Esquematiza lo que ves. ¿por qué crees que ocurre esto?



El disco al ser reflejado por la luz se torna brillante y de distintos colores que son reflejados por la iluminación.

Nombre completo

Caso 3

Orientación: En tus propias palabras, trata de dar respuesta al siguiente taller.

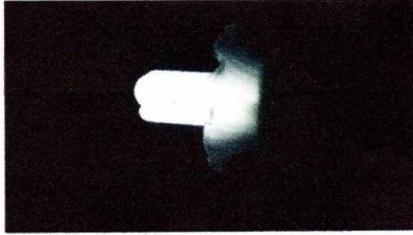
1. Mira con atención la siguiente imagen:



¿Qué crees que te permite verla?

que tiene una forma y un color que me permite observarla y además hay luz en el ambiente.

2. Mira las siguientes imágenes:



Con tus palabras, describe qué fenómeno estás observando y defínelo

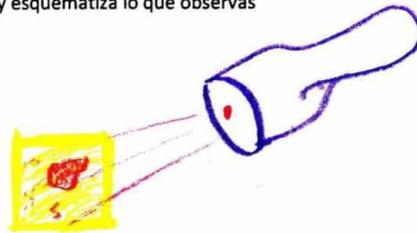
Estoy observando la luz en la oscuridad y el reflejo de ella en algunas partes. la oscuridad es la ausencia de la luz de igual modo que la luz es ausencia de oscuridad. la luz nos permite observar que hay en un espacio. y viaja a una velocidad increíble para mostrar el color de las cosas y se puede reflejar casi que instantaneo

¿Para ti, qué son los colores?

para mí los colores son una ilusión que generan los ojos al percibir algo por medio de la retina, y cuando no hay ausencia de luz a menos que el color sea percibido por medio del calor corporal o calor de las cosas.

3. Ahora, en la mesa encontrarás un láser, una linterna, un prisma, un CD y gelatina. Con estos elementos trata de hacer lo siguiente:

3.1. Coge el láser y apúntalo al centro de la gelatina, de tal modo que su luz la atraviese. Describe y esquematiza lo que observas



lo que pasó es que la luz del láser se reflejó en la gelatina pero de manera más amplia y se veía como atravesaba por el otro lado de la gelatina la luz.

3.2. Apunta con el láser hacia el extremo inferior o superior de la gelatina. Describe y esquematiza lo que observas

el rayo del laser atraviesa de mane
la gelatina y expande su reflejo, Jerry¹⁰
que ~~per~~ queda el punto reflejado del laser más
amplio, y nos muestra el color. al atravesar se
vio el punto rojo del laser
en el tablero

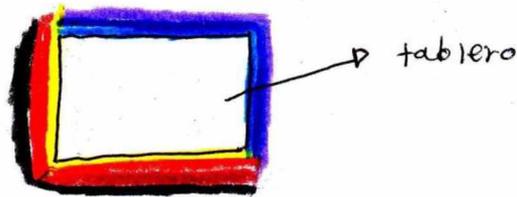


3.3. Al hacer lo anterior, se debió ver el punto rojo del láser en el tablero. ¿por qué crees que sucede eso?

porque la gelatina es transparente y al apuntarla
con el laser el reflejo y el color que este
emitio debia traspasar el color transparente de
la gelatina y expandir el reflejo ademas de
que la gelatina actua como una clase
de prisma.

3.4. Ahora, coge el prisma, acércalo a tu ojo y mira los objetos a través de él. Fíjate sobre todo, en los bordes de los objetos. Describe y esquematiza lo que observas.

se reflejan los objetos además de notarse al
rededor de ellos colores como los del arcoiris
Note colores como el rojo, verde, negro, azul, amari-
llo y morado, cian y un poco de naranja.



3.5. Sujeta el CD, acerca la luz de la linterna a éste. Observa con atención. Esquematiza lo que ves. ¿por qué crees que ocurre esto?

>£ v t* cc/^r-es yyioC} y esponjee < en4ei ^cuk^clo Se
 iLierCi*. & Sí. yyiutv*. (¿l IUL-Z, J[ñ \$«- {} rt l€ f H <*-
 se, tXfct/icL¿n a' y ge. r>7Ut.KU6y> loZ
 coLté.!, Cito «5 pprfue la. jjoc*. de l~
 ii 4-f-er!/?<* yro'ioc'*- culf-e. *<lcíc^ts "€k cofnes
 ie v/€/» e* et a? , con,* £0i*ibm a.*? c/o se>i
 poje*. rYle\$++c\y un. co (o r S€<K o(j
 +º cd ercK <KH j-ts «

Anexo IV: Desarrollo de la actividad experimental II por los cuatro casos



ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: REFLEXION Y REFRACCION

Caso 1

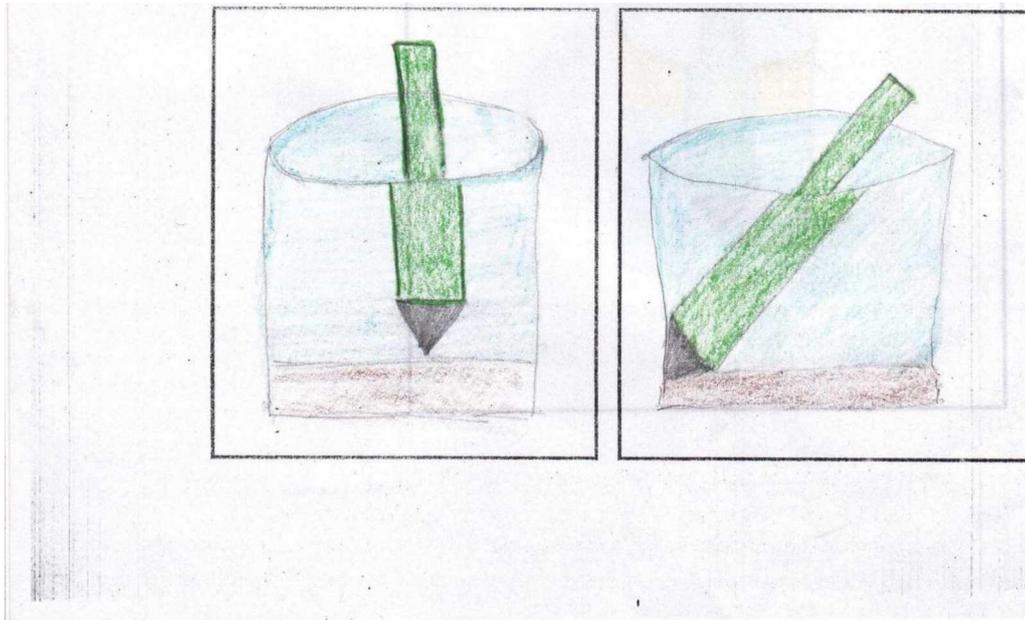
NOMBRE:

A continuación realizaremos una serie de experimentos donde se observaran diferentes propiedades de la luz y lo que ocurre al incidir en diferentes medios.

Experimento N°1

Toma un vaso de vidrio y llénalo con agua. Luego toma un lápiz y ponlo en forma vertical y muévelo de derecha a izquierda, o de izquierda a derecha dentro trasera del vaso, de forma tal que observes el lápiz a través del vaso. Haz lo mismo ahora con el lápiz en diagonal.

Realiza un dibujo de lo que observas.

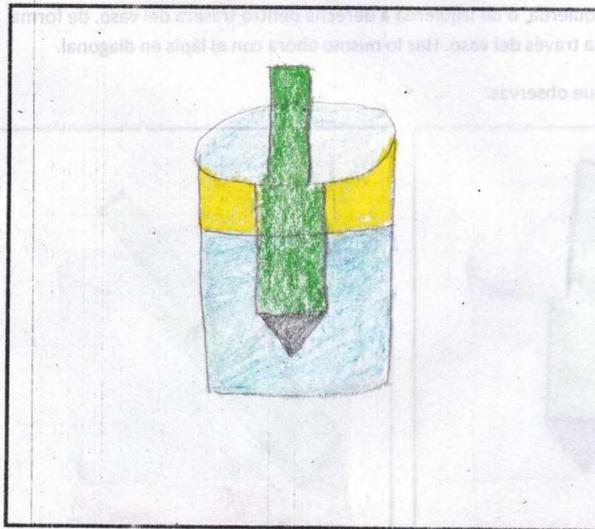


Porque crees que ocurre ese fenómeno al observar el lápiz a través del agua.

Por la reflexión de la luz en el agua

Ahora vierte aceite en el mismo vaso, notarás que éste queda en la superficie formando una capa distinta. Realiza el mismo procedimiento anterior moviendo el lápiz dentro del vaso.

Dibuja lo que observas.



Explica con tus palabras que ocurrió y a que se debe el fenómeno que observaste.

Cuando el lápiz pasa por la superficie de aceite ensancha al igual que en la de agua. Esto ocurre así talves por una propiedad que posea el aceite para lograr dar volumen a las masas que esten en él.

Experimento N°2

Para este experimento utilizaremos un vaso con agua y una hoja de papel con un recuadro pintado de 4 colores diferentes. Ubica la hoja con los colores detrás del vaso de forma que la observes a través de él, a una distancia aproximada de 20 cm.

Nota: Mira atentamente la ubicación de los colores al color la hoja, y la ubicación de ellos al observarla a través del agua.

Dibuja lo que observas.



A que crees que se deba este fenómeno.

A la reflexión de estos colores a través del agua, con ayuda de la luz.

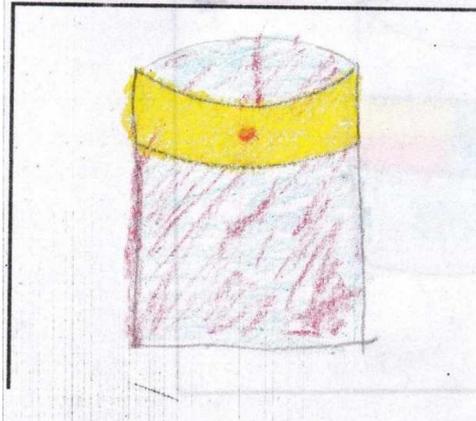
Experimento N°3

Para este experimento utilizaremos el vaso con agua y aceite del experimento 1 y un láser.

Proyectar la luz del láser tal y como lo muestra la siguiente imagen



Dibuja lo que observas.



Notaste que en la hoja apareció claramente el punto del láser, porque?

Por la reflexión de la luz por medio del agua.

Si apuntas el láser de la misma forma pero en dirección al centro en el fondo del vaso, pasa el mismo fenómeno? Porque?

Si ocurre el mismo fenómeno porque es el agua quien nos ayuda a realizar este proceso de reflexión con la luz del láser.



1803

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: REFLEXION Y REFRACCION

Caso 3

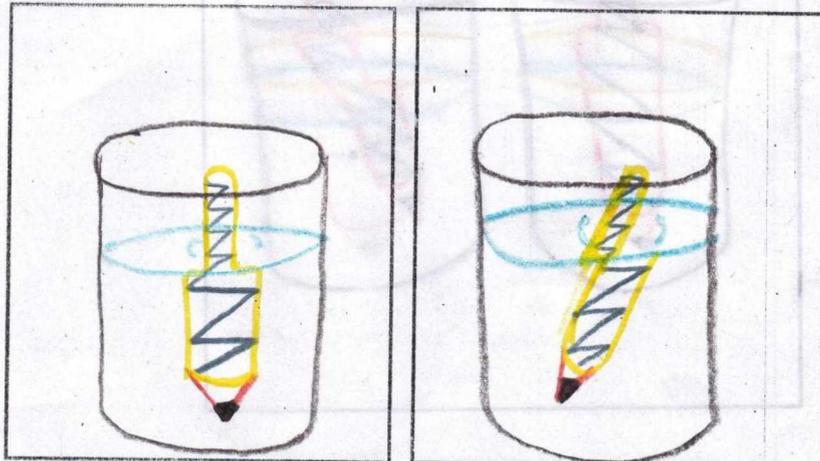
NOMBRE:

A continuación realizaremos una serie de experimentos donde se observaran diferentes propiedades de la luz y lo que ocurre al incidir en diferentes medios.

Experimento N°1

Toma un vaso de vidrio y llénalo con agua. Luego toma un lápiz y ponlo en forma vertical y muévelo de derecha a izquierda, o de izquierda a derecha dentro trasera del vaso, de forma tal que observes el lápiz a través del vaso. Haz lo mismo ahora con el lápiz en diagonal.

Realiza un dibujo de lo que observas.

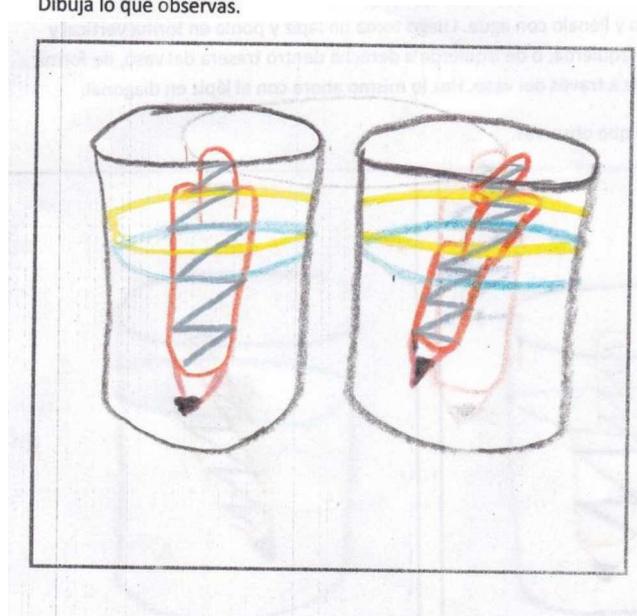


Porque crees que ocurre ese fenómeno al observar el lápiz a través del agua.

creo que este fenómeno ocurre al ver la degradación de la luz percibida por la retina del ojo cuando alguna propiedad de la luz esta insidiendo en este medio del agua.

Ahora vierte aceite en el mismo vaso, notarás que éste queda en la superficie formando una capa distinta. Realiza el mismo procedimiento anterior moviendo el lápiz dentro del vaso.

Dibuja lo que observas.



Explica con tus palabras que ocurrió y a que se debe el fenómeno que observaste.

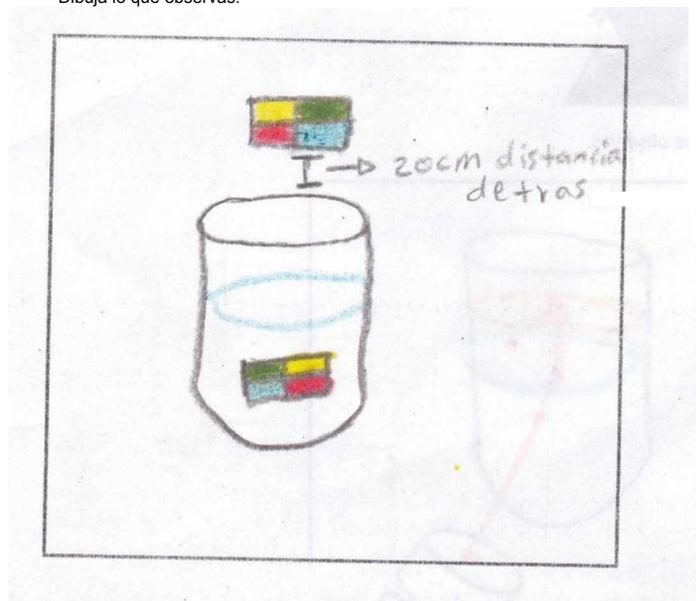
lo que paso es que el lapiz se veia mas grande cuando estaba dentro del vaso era igual de grande tanto en la parte del aceite como en la del agua pero la diferencia es que el aceite tenia un color diferente al del agua osea que el lapiz en cada uno de los medios se presentaba con un color diferente de su alrededor eso es porque las propiedades de la luz insidieron diferente en cada medio.

Experimento N°2

Para este experimento utilizaremos un vaso con agua y una hoja de papel con un recuadro pintado de 4 colores diferentes. Ubica la hoja con los colores detrás del vaso de forma que la observes a través de él, a una distancia aproximada de 20 cm.

Nota: Mira atentamente la ubicación de los colores al color la hoja, y la ubicación de ellos al observarla a través del agua.

Dibuja lo que observas.



A que crees que se deba este fenómeno.

creo que se debe el cambio de ubicación de los colores debido a que no solo interactúa el medio en el que está el agua \rightarrow si no también el que está alrededor de la hoja con colores y este medio debió alterar la luz al verse a través de el medio en el agua haciendo que el color cambiara.

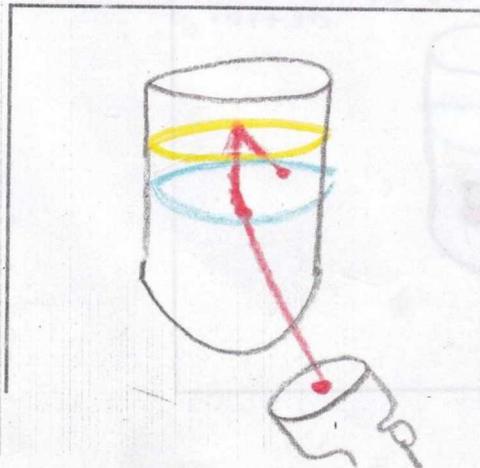
Experimento N°3

Para este experimento utilizaremos el vaso con agua y aceite del experimento 1 y un láser.

Proyectar la luz del láser tal y como lo muestra la siguiente imagen



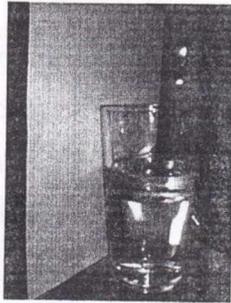
Dibuja lo que observas.



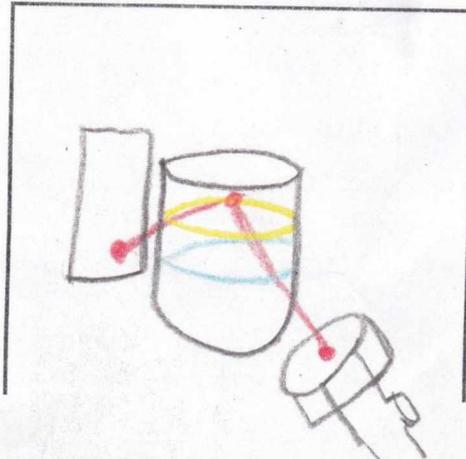
Explica con tus palabras lo que ocurre al proyectar el láser en el aceite. Que fenómeno se observa?

Lo que ocurre cuando el láser toca la parte de arriba del aceite, es que forma un ángulo perpendicular a la dirección en la que iba el láser, haciendo que este cogiera otra trayectoria devolviéndose a la parte del agua.

Ahora ubica una hoja como lo muestra la siguiente imagen y realiza el mismo procedimiento.



Dibuja lo que observas.



Notaste que en la hoja apareció claramente el punto del láser, porque?

si, porque el medio del aceite actua cuando la luz inside en este no permitiendlo que la luz siga con su trayecto si no que lo cambia y aparece en la hoja.

Si apuntas el láser de la misma forma pero en dirección al centro en el fondo del vaso, pasa el mismo fenómeno? Porque?

si, porque el agua cambio el trayecto y paso por la parte del aceite y tras paso haciendo aparecer el punto en la hoja.



1 K 0 /

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: REFLEXION Y REFRACCION

Caso 2

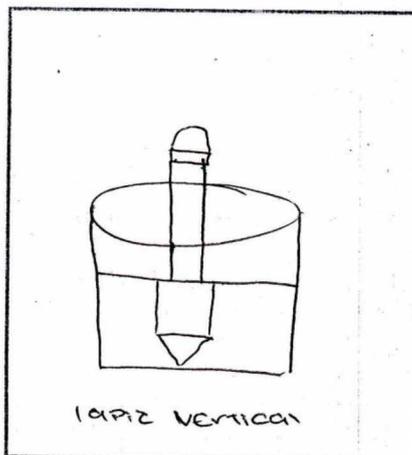
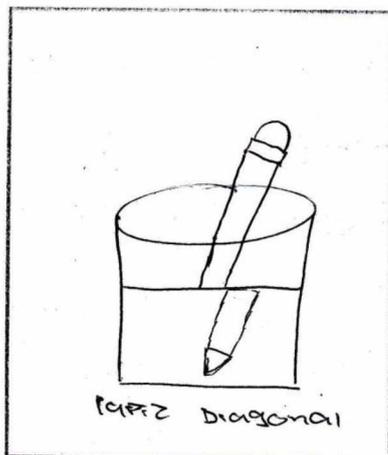
NOMBRE: _____

A continuación realizaremos una serie de experimentos donde se observaran diferentes propiedades de la luz y lo que ocurre al incidir en diferentes medios.

Experimento N°1

Toma un vaso de vidrio y llénalo con agua. Luego toma un lápiz y ponlo en forma vertical y muévelo de derecha a izquierda, o de izquierda a derecha dentro trasera del vaso, de forma tal que observes el lápiz a través del vaso. Haz lo mismo ahora con el lápiz en diagonal.

Realiza un dibujo de lo que observas.

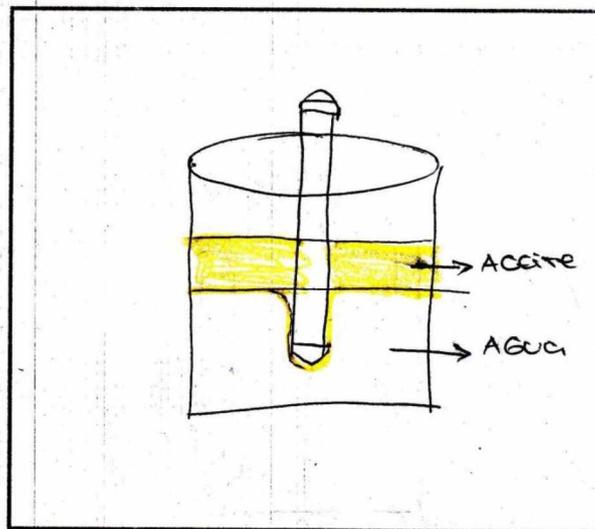


Porque crees que ocurre ese fenómeno al observar el lápiz a través del agua.

* Al observar el lápiz cuando se introduce en el vaso con agua se puede ver un tipo de ilusión el cual permite ver en un caso el lápiz más grueso y en el otro caso como una división como si no fuera un solo lápiz sino que fueran 2. Creo que esto se da por el efecto de contraste que da la luz, también por la forma física del objeto y su forma al introducirse.

Ahora vierte aceite en el mismo vaso, notarás que éste queda en la superficie formando una capa distinta. Realiza el mismo procedimiento anterior moviendo el lápiz dentro del vaso.

Dibuja lo que observas.



Explica con tus palabras que ocurrió y a que se debe el fenómeno que observaste.

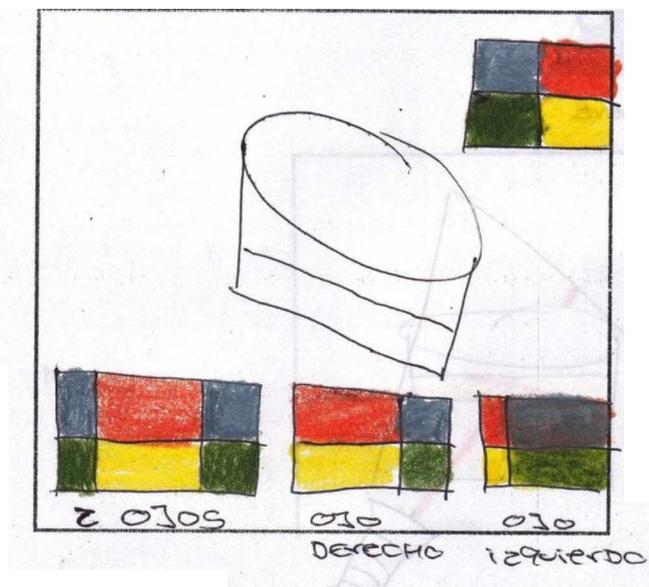
Como se sabe las 2 sustancias (AGUA > ACEITE) no se pueden mezclar se puede observar que al introducir el lapiz, a este lo rodea una capa de aceite que aun estando en contacto con el agua no se distorsiona la imagen como si estuviera solo en agua.

Experimento N°2

Para este experimento utilizaremos un vaso con agua y una hoja de papel con un recuadro pintado de 4 colores diferentes. Ubica la hoja con los colores detrás del vaso de forma que la observes a través de él, a una distancia aproximada de 20 cm.

Nota: Mira atentamente la ubicación de los colores al color la hoja, y la ubicación de ellos al observarla a través del agua.

Dibuja lo que observas.



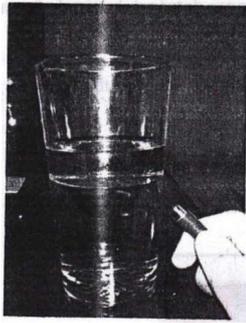
A que crees que se deba este fenómeno.

Considero que el fenómeno sucede debido a que la luz y el reflejo que se ve a través del agua, de allí se puede ver la distorsión de la imagen y además al verla con los 2 ojos o con cada ojo se ve un suceso diferente.

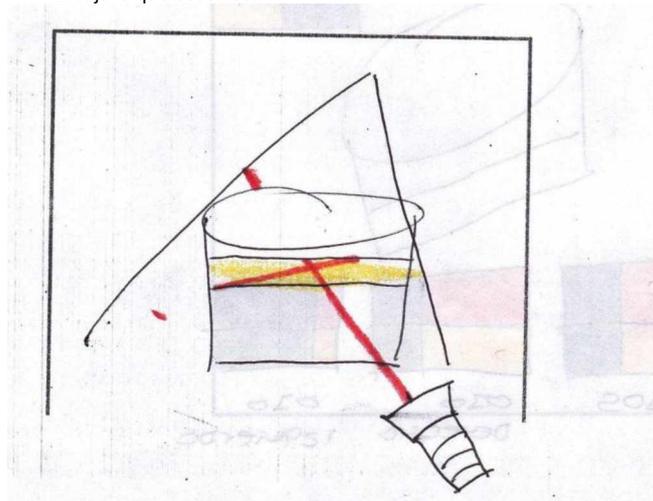
Experimento N°3

Para este experimento utilizaremos el vaso con agua y aceite del experimento 1 y un láser.

Proyectar la luz del láser tal y como lo muestra la siguiente imagen



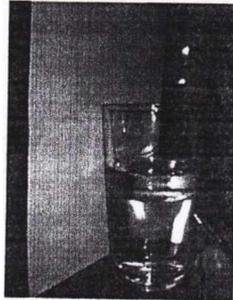
Dibuja lo que observas.



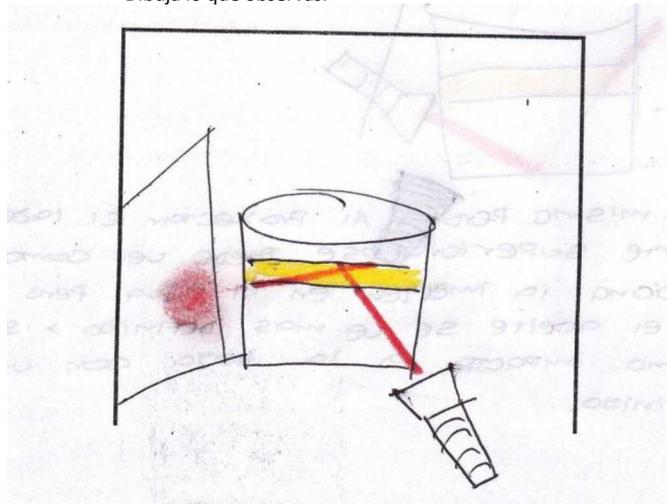
Explica con tus palabras lo que ocurre al proyectar el láser en el aceite. Que fenómeno se observa?

Al Aceite contar con mayor consistencia se puede ver como el láser tiene una trayectoria definida > que dentro del Aceite se ve una conformación de una X. Sin embargo se puede ver un poco más lejos del recipiente la continuación final de la proyección del láser, creo que esto se debe a que la forma física del aceite más la oscuridad con la que se dio el ejercicio era más fuerte y permitía la intensidad de la luz del láser.

Ahora ubica una hoja como lo muestra la siguiente imagen y realiza el mismo procedimiento.



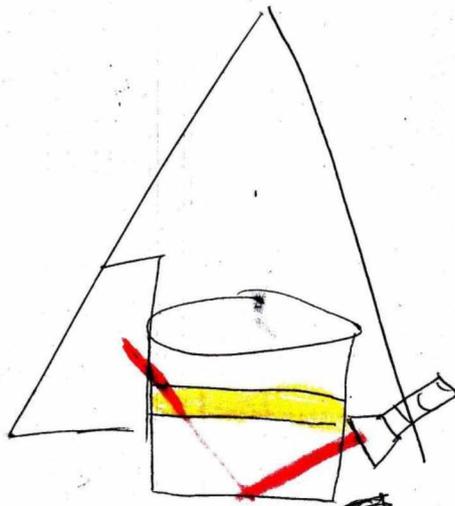
Dibuja lo que observas.



Nota que en la hoja apareció claramente el punto del láser, porque?

Si se observaba el punto reflejado por la luz producida por el láser e impactada primero en el aceite y luego la continuación de la producción de luz ~~producida~~ ^{emitida} por el láser hacia la hoja.

Si apuntas el láser de la misma forma pero en dirección al centro en el fondo del vaso, pasa el mismo fenómeno? Porque?



Socede lo mismo pero al proyectar el láser de la parte superior se puede ver como se dispersa la imagen en el agua pero cuando atraviesa el aceite se ve más definido y se puede como impacta a la hoja con un punto definido.



ACTIVIDAD EXPERIMENTAL: REFLEXION Y REFRACCION

Caso 4

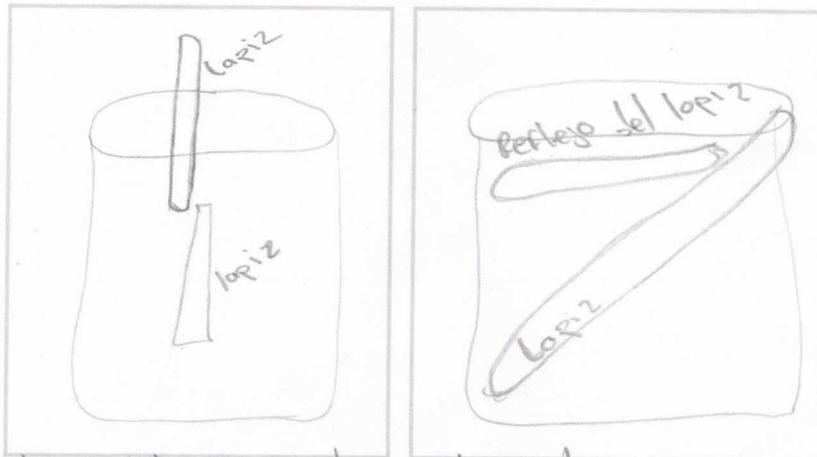
NOMBRE: _____

A continuación realizaremos una serie de experimentos donde se observaran diferentes propiedades de la luz y lo que ocurre al incidir en diferentes medios.

Experimento N°1

Toma un vaso de vidrio y llénalo con agua. Luego toma un lápiz y ponlo en forma vertical y muévelo de derecha a izquierda, o de izquierda a derecha dentro trasera del vaso, de forma tal que observes el lápiz a través del vaso. Haz lo mismo ahora con el lápiz en diagonal.

Realiza un dibujo de lo que observas.



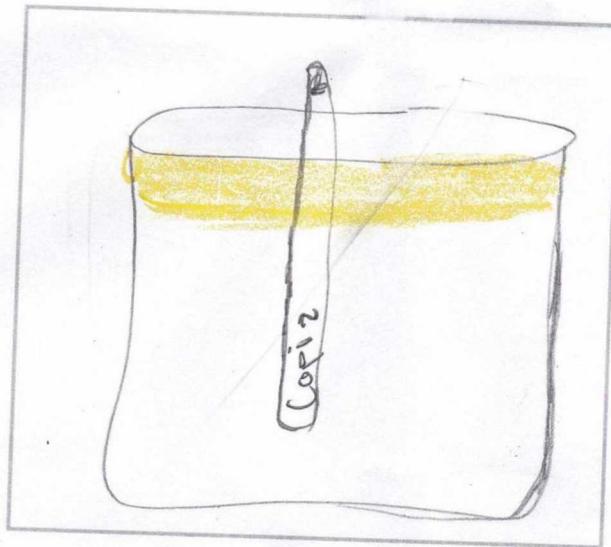
Esto sucede por la reflexión que es de vidrio y el agua, ya que esto produce un tipo de reflexión, y esto hace que cuando se mueva el lápiz, pareciera como si fueran diferentes.

Esto sucede por el agua y la reflexión, y también por el ángulo desde donde lo observo, esto produce que yo veo como el reflejo del lápiz y simultáneamente dos lápices.

Porque crees que ocurre ese fenómeno al observar el lápiz a través del agua.

Ahora vierte aceite en el mismo vaso, notarás que éste queda en la superficie formando una capa distinta. Realiza el mismo procedimiento anterior moviendo el lápiz dentro del vaso.

Dibuja lo que observas.



Explica con tus palabras que ocurrió y a que se debe el fenómeno que observaste.

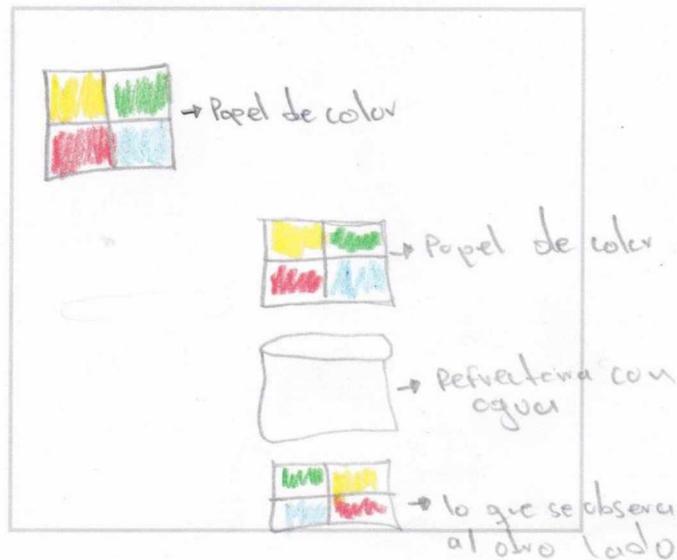
Esto fue diferente al anterior no tiene reflejo ya que el aceite aísla el lápiz del agua, como el agua y la refractante de vidrio son la que provocan el reflejo, y el aceite aísla el lápiz del agua no permite que este reflejo se de.

Experimento N°2

Para este experimento utilizaremos un vaso con agua y una hoja de papel con un recuadro pintado de 4 colores diferentes. Ubica la hoja con los colores detrás del vaso de forma que la observes a través de él, a una distancia aproximada de 20 cm.

Nota: Mira atentamente la ubicación de los colores al color la hoja, y la ubicación de ellos al observarla a través del agua.

Dibuja lo que observas.



A que crees que se deba este fenómeno.

Esto se debe a que el agua con el vidrio, produce como un reflejo o espejo. Por esto cambia la ubicación de los colores.

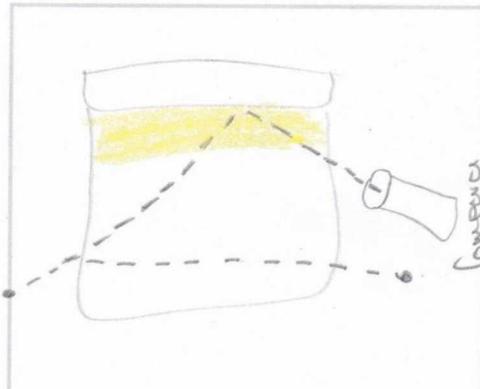
Experimento N°3

Para este experimento utilizaremos el vaso con agua y aceite del experimento 1 y un láser.

Proyectar la luz del láser tal y como lo muestra la siguiente imagen



Dibuja lo que observas.



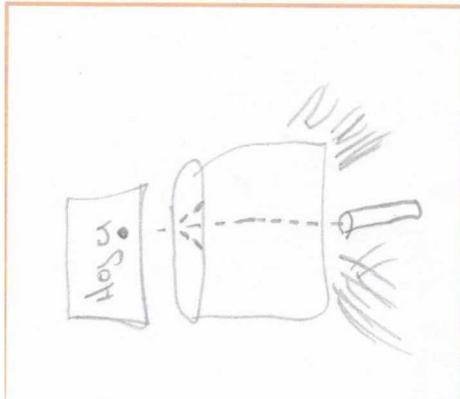
Explica con tus palabras lo que ocurre al proyectar el láser en el aceite. Que fenómeno se observa?

Se observa que el láser rebota, o sea que yo lo apuntó hacia la superficie y en el reflejo o espejismo que hace el agua, aceite y reflejo eso hace que el punto rebote hacia la que está a mi lado.

Ahora ubica una hoja como lo muestra la siguiente imagen y realiza el mismo procedimiento.



Dibuja lo que observas.



Notaste que en la hoja apareció claramente el punto del láser, porque?

Por que la Hoja es de diferente color al del laser. Por que es una superficie y este no permite que el laser rebote hacia otra direccion.

Si apuntas el laser de la misma forma pero en dirección al centro en el fondo del vaso, pasa el mismo fenómeno? Porque?

Si, por que lo que el laser esta impactando es el aceite, y como es el aceite este no permite que el laser rebote hacia otra direccion.

Anexo V: Transcripción de la entrevista II

SANTIAGO: bueno andres ustedes saben que nosotros siempre los grabamos pues para que la información que ustedes nos brinden no sea modificada pues en la investigación cierto

CASO 1: ujumm

SANTIAGO: eee lo que vamos a trabajar hoy es una pequeña entrevista que consta apenas deeee cinco preguntas cierto la idea es q usted conteste al igual que en las anteriores desde lo que usted piense desde lo que usted crea al respecto cierto la primera pregunta de la entrevista es para ti que es reflejo.

CASO 1: lo que se puedeee comooo ver at pues la luz impacta sobre una lado y el reflejo es como lo que a su alrededor del punto donde chocaaa la luz asi con algún objeto o con algún punto de finalización de la luz.

SANTIAGO: ok entonces para que se de reflejo se necesita de la luz cierto

CASO 1: si

SANTIAGO: y ya, no necesito nada mas

CASO 1: mm un espacio oscuro donde se pueda comoo ver mas claramente el reflejo

SANTIAGO: pero si es un espacio oscuro hay luz entonces no va a estar oscuro

CASO 1: aaaaaa pues si

SANTIAGO: entonces

CASO 1: emmmm siiii solamente la luz

SANTIAGO: no habría ninguna otrooo digamosloo

CASO 1: factor

SANTIAGO: factor para que se de el reflejo

CASO 1: mm creo que no

SANTIAGO: ok segundo que crees que es una imagen

CASO 1: pues depende de la imagen porque es que puede ser una imagen que uno yaa estee viéndola impresa en alguna lado ooo una imagen pues normal que uno pueda estar mirando pues por medio de los de la visión que lo rodea

SANTIAGO: entonces una imagen puede ser primero unaaa

CASO 1: una proyección

SANTIAGO: listo

CASO 1: o puede ser eee algo ya impreso pues una impresión sobre algo eee tercero puede ser como laaaa la forma en la que uno puede proyectar la vista de algún objeto mmmmmm mirar al no se alll espacio que lo rodea otra imagen no se

SANTIAGO: la tercera pregunta crees que hay alguna diferencia entre luz y reflejo

CASO 1: si porque la luz

SANTIAGO: cual seria esa diferencia entonces

CASO 1: porque la luz es lo que pues como la clave que esta proyectando como una linterna esta apuntando hacia un punto fijo pues por la recta que se genera entre el el proyector y donde termina la luz y el reflejo es lo producido por la luz no se produce el reflejo solo si no hay luz tiene que tener una una luz paraa poderse ver

SANTIAGO: ok eh la cuarta que crees que es reflexión en términos físicos no en términos filosóficos que es reflexión

CASO 1: no se

SANTIAGO: haciendo alusión a estaa temáticas que estábamos hablando del reflejo y todo eso que seria la reflexión

CASO 1: como la ciencia o el estudio del del reflejo de de la luz y y el reflejo pues no se creo que es eso

SANTIAGO: y la ultima entonces ya haciendo alusión a estos términos que vimos anterior cual es la diferencia entre reflejo reflexión y luz, reflejo relfexion y luz cual seria la diferencia entre esos tres términos

CASO 1: que la luz es el medio por dodne se proyectaaaa la un como unos fotones de luz y ahí seee proyecta pues se puede observar laaa el reflejo y la reflexión pues no noo había escuchado el termino ese de reflexión no se pienso que la relfexion es como el estudio de eso del reflejo

SANTIAGO: o sea que la reflexión esta inm dentro de la relfexion estaría inmersa el reflejo y la luz

CASO 1: aja

SANTIAGO: ok listo Felipe eran solamente esas cinco preguntas muchisimas gracias

SANTIAGO: bueno usted sabe que nosotros todas las entrevistas que hacemos las necesitamos grabar para poder que la información que ustedes nos brinden nosotros no la modifiquemos cierto

CASO 2: si señor

SANTIAGO: por eso grabo eee le voy a hacer una entrevista muy corta son apenas cinco preguntas cierto la idea es que al igual como hemos venido trabajando en los otros instrumentos vos respondas desde lo que creas cierto desde las ideas que vos tengas con respecto a esta temática la primera pregunta es para ti que es reflejo

CASO 2: el reflejo es cuando algo se transmite a una superficie y eso reacciona con laa de las misma manera

SANTIAGO: a ver algo se transmite, que?

CASO 2: la luz

SANTIAGO: la luz se transmite y reacciona o sea interacciona con otro objeto o comoo

CASO 2: si y se choca con otro objeto que hace que eso se devuelva de la misma manera

SANTIAGO: por ejemplo

CASO 2: un espejo

SANTIAGO: un espejo, como? Describame

CASO 2: llega la luz y se choca con el espejo

SANTIAGO: aja

CASO 2: entonces al chocar con el espejo reacciona y hace que se dispare otra vez la misma luz

SANTIAGO: aja y que refleja o q

CASO 2: eso la luz

SANTIAGO: la luz?

CASO 2: si

SANTIAGO: bueno la segunda que crees que es una imagen

CASO 2: o el color

SANTIAGO: el color?

CASO 2: si reacciona el color

SANTIAGO: la segunda que crees que es una imagen

CASO 2: una imagen es eee la apariencia visual que tiene algo por su color o por su textura por la apar siii por la apariencia lo que usted ve ene en eso

SANTIAGO: ok es la apariencia visual

CASO 2: si

SANTIAGO: listo la tercera crees que hay alguna diferencia entre luz y reflejo.

CASO 2: si

SANTIAGO: cual seria esa diferencia

CASO 2: de pronto a ver la luz es lo que lo que nos permite como captar ese reflejo pero no es directamente el reflejo

SANTIAGO: como asi?

CASO 2: o sea la luz es lo que permite quee usted vea ese reflejo pero si no hubiera luz pues entonces que se va a reflejar

SANTIAGO: ah o sea la luz seria necesaria para que se de el reflejo

CASO 2: si

SANTIAGO: ok la cuarta que crees que es reflexión pero en términos físicos no en términos filosóficos de reflexión sino en términos físicos y desde esta temática que es la reflexión

CASO 2: la reflexión es cuando usted cuando algo se refleja en otra superficie

SANTIAGO: entonces seria lo mismo reflejo y reflexión

CASO 2: eeeee si

SANTIAGO: si?

CASO 2: si es lo mismo

SANTIAGO: bueno entonces esto apunta a la quinta cual crees que es la diferencia entre reflejo reflexión y luz

CASO 2: digamos que ee ese reflejo o esa reflexion se da por por la luz pero yo creo que entre el reflejo y la reflexión no hay ningún tipo de diferencia o yo por lo menos aparentemente no veo la diferencia entre reflejo y reflexión no? Pues porque por ejemplo usted tiene una imagen ahí

SANTIAGO: aja

CASO 2: entonces que esta pasando en el reflejo se esta reflejando esa imagen pero yo no voy a decir que es diferente eso a que halla una relexion en esa imagen

SANTIAGO: o sea si usted dice esa imagen se esta reflejando cierto

CASO 2: aja

SANTIAGO: entonces seria lo mismo decir esa imagen se esta reflexionando

CASO 2: tal vez no pero no tengo una diferencia clara

SANTIAGO: ok pero entonces si habría o no habría diferencia o seria como lo mismo o sea hay una relexion de la imagen y hay una reflejo de la imagen es lo mismo

CASO 2: si

SANTIAGO: y la diferencia con la luz entonces seria cual

CASO 2: mmmm de pronto por el color como tal no se yo creo que eso radica en el color

SANTIAGO: hay una relacion directa con el color para poder que se de eso

CASO 2: si porque si eso fuera sin color no influiría.

SANTIAGO: listo ya eso era todo

CASO 2: muchas gracias

SANTIAGO: bueno como usted sabe Alejandro nosotros cuando hacemos entrevistas los grabamos para poder que la informacion que ustedes nos brinden sea tal cual la que vamos a poner en la investigación y nosotros no la modifiquemos de ninguna forma emmm, lo que vamos a trabajar aquí es una pequeña entrevista que consta de cinco preguntas únicamente eee usted me va a contestar lo que crea lo que piense, cierto

CASO 3: aja

SANTIAGO: la primera pregunta es, para ti que es reflejo

CASO 3: el reflejo eeess comooo el reflejo es es el espectro pues de la luz es comooo es como le digo es un efecto que la luz causa en un ambiente no?

SANTIAGO: es un efecto de la luz, o sea que para poder que se de el reflejo tiene q hacer luz

CASO 3: aja

SANTIAGO: si no hay luz no habría reflejo entonces

CASO 3: no

SANTIAGO: osea q lo único que yo necesito para que se de un reflejo es luz

CASO 3: aja

SANTIAGO: no necesito nada mas

CASO 3: si

SANTIAGO: ok

CASO 3: y el medio adecuado también.

SANTIAGO: ahh el medio, que seria ese medio o cual seria ese medio.

CASO 3: por ejemploooo no se pues digamos cristales

SANTIAGO: por ejemplo esta mesa, me serviría como medio

CASO 3: para el reflejo

SANTIAGO: aja

CASO 3: si

SANTIAGO: a ver de que forma

CASO 3: o sea la luz esta, esta el computador, esta el tablero pues esta la mesa y esta la luz. La luz pasa por pues por el computador y la parte de atrás que no se enfoca tanto la luz, la sombra no?

SANTIAGO: ahhh entonces la sombra seria una especie de reflejo

CASO 3: aja

SANTIAGO: ahh ok. La segunda pregunta que crees que es una imagen.

CASO 3: una imagen

SANTIAGO: ujumm

CASO 3: mmm como le digo la imagen es una forma es la forma que podemos captar por el sentido de los ojos

SANTIAGO: una forma que se puede captar por el medio de los ojos, cierto, una forma de que?

CASO 3: eee de un objeto ooo cualquier cosa que halla en la naturaleza no?

SANTIAGO: listo. La tercera es crees que hay alguna diferencia entre luz y reflejo

CASO 3: si

SANTIAGO: cual sería es diferencia

CASO 3: que la luz es la queee es la queee como le digo la la luz es la que hace posible el reflejo cierto es es eso. Yyyy el el la sombra, cual era la diferencia

SANTIAGO: entre luz y reflejo

CASO 3: el reflejo es el resultado dee dee lo que hizo la luz con con como le digo es el resultado de lo que hubo entre la luz y otro objeto o otra cosa.

SANTIAGO: o sea la luz es la que me permite que se de el reflejo.

CASO 3: aja

SANTIAGO: listo la cuarta pregunta es que crees que es reflexión.

CASO 3: reflexion

SANTIAGO: reflexión, en términos pues que estamos hablando aquí físicos cierto sobre esta temática no filosóficos sino físicos que es reflexion

CASO 3: es la capacidad que tienen los objetos paraa mostrarsee pues para mostrarsee en otra forma por medio de la luz

SANTIAGO: en otra forma, o sea el objeto se for se muestra de forma distinta

CASO 3: no se muestra pero o sea es como la capacidad

SANTIAGO: no no lo trate de definir en forma en palabras tan digamoslo físicas nooo desde lo que usted piense como explicaría usted eso que es reflexión desde sus mismas palabras como explicaría reflexion

CASO 3: es el reflejo de otra de un objeto

SANTIAGO: ah ok un reflejo listo y ahora la ultima haciendo alusión a estas anteriores cual crees que es la diferencia entre reflejo reflexión y luz ya ahora uniendo esos tres términos ya me definiste que es reflejo ya me definiste que es reflexión y luz cual seria la diferencia entre los tres

CASO 3: la luz es la que brinda el medio adecuado para para quee halla un reflejo cierto el reflejo es el resultado de de de el reflejo es el resultado de la luz con otro objeto o algo asi cierto y la reflexión es la capacidad que tienen los objetos para paraa hacer el reflejo por medio de la luz

SANTIAGO: listo Alejandro muchísimas gracias solamente eran esas 5 pregunticas, estan sencillas no? jejeje

CASO 3: huy nooo jejeje

SANTIAGO: Usted ya sabe pues que nosotros grabamos aca para poder quee la informacion que ustedes nos den sea tal cual la que vaya en el trabajo

CASO 4: si

SANTIAGO: yo le voy a dar aqui cinco preguntas que tienen relacion pues a lo que ustedes han venido trabajando con nosotros, la primera de las preguntas es, para ti que es reflejo

CASO 4: reflejo?

SANTIAGO: si

CASO 4: algo que se da pooooo algúnnnn pues como le digo yo eso es como por decir hay algo que lo produce que es y que es lo que lo produce como una luz para mi el reflejo es lo que por decir yo me puedo que yo pueda verme en otra cosa o que queee queeee eso sea brillante y refleje en otra parte

SANTIAGO: que yo me pueda ver en otra cosa?

CASO 4: pues como en unnnn por decir en un espejo o en una lata de aluminio pues que sea brillante

SANTIAGO: o sea que solamente habría necesidad de del espejo para poder que se de el reflejo, no se necesitaría nada mas

CASO 4: aaaa no pr por decir ya de lo que este hecho el espejo por decir en el agua también uno puedeee verse reflejao o por decir en el aluminio ooooo en cosas brillantes

SANTIAGO: y que hace que uno se vea reflejado ahí?

CASO 4: aaaa ahí si me corcho, demás que el brillo

SANTIAGO: nooo piense que porque y noo nooo piense que lo estoy corchando simplemente es lo que usted crea porque es para usted, porque aa cree que en esos materiales se ve reflejado, que diferencia por ejemplo con esta mesa, que en esta mesa uno no se ve reflejado

CASO 4: que no tiene que no hay brillo que no tiene el brillo queee lo produce por ejemplo el agua que es como transparente y por decir eIIIIII aluminio que es unnn como que esta compuesto pues pues es brillante.

SANTIAGO: bueno listo. La segunda pregunta, que crees que es una imagen

CASO 4: como asi, pues

SANTIAGO: cuando yo le digo una imagen, que cree usted que es una imagen

CASO 4: es comooooo que es pues es dondeee es unaaaa como un objeto donde uno puede verrr cualquier pues un objeto donde uno puede verrr algo pues como le digo yo una imagen es donde pr donde yo puedo una imagen es dondee que me refleja lo quee tomaron o por decir algo asi

SANTIAGO: pero una imagen seria un objeto entonces?

CASO 4: si, eso uno objeto

SANTIAGO: ok. Bueno, la tercera, crees que hay alguna diferencia entre luz y reflejo.

CASO 4: si

SANTIAGO: cual seria la diferencia

CASO 4: pues la diferencia seria que la luz pues normal la que uno conoce por decir la del sol o por decir la que produce una lampara

SANTIAGO: ujumm

CASO 4: y el reflejo esta producida por el por el objeto que ya le dije quee depende de co que sea por decir un aluminio o unnn espejo.

SANTIAGO: ok. Bueno, la cuarta, que crees que es reflexión, el termino reflexión

CASO 4: ah yo lo conozco como por decir cuando a uno lo ponen a reflexionar algo pues lo ponen aaa uno piense sobre lo que ha hecho

SANTIAGO: mmmmm bueno pero eso es en el termino mas como de filosoffa, estamos aquí hablando en términos de física, en términos de física que seria reflexión

CASO 4: no es algo que se flexiona?

SANTIAGO: queeeee se flexiona que seeee mueve

CASO 4: eso que se expanda

SANTIAGO: ok y la ultima cual crees que es la diferencia entre reflejo, reflexión y luz. Entre esos tres conceptos, ya usted me dijo que es reflejo cierto

CASO 4: si

SANTIAGO: ya me dijo que es la luz y ya me dijo que es reflexión, cual que diferencia hay entre esos tres. O para usted seria lo mismo?

CASO 4: noo, eso no es lo mismo

SANTIAGO: que diferencia habrían entonces entre las tres

CASO 4: agh pues primero que el reflejo uno se emm el el reflejo es donde uno se permite ver o por decir estee comoo hacer unnnn algo para que se vea en otra parte eeeee de que era la otra, la luz

SANTIAGO: luz

CASO 4: eso es como pues la luz es comoo algooo que permite que uno vea las cosas con mas claridaa y que laa, como es la otra

SANTIAGO: la reflexión

CASO 4: la reflexión es por decir que tieneee mas movilidad

SANTIAGO: ok. Listo alvaro

CASO 4: ya?

SANTIAGO: solamente esas 5 preguntas, muchas gracias.